Preis DM. 1.-

Postversandort München

funkschau

INGENIEUR-AUSGABE

23. JAHRGANG

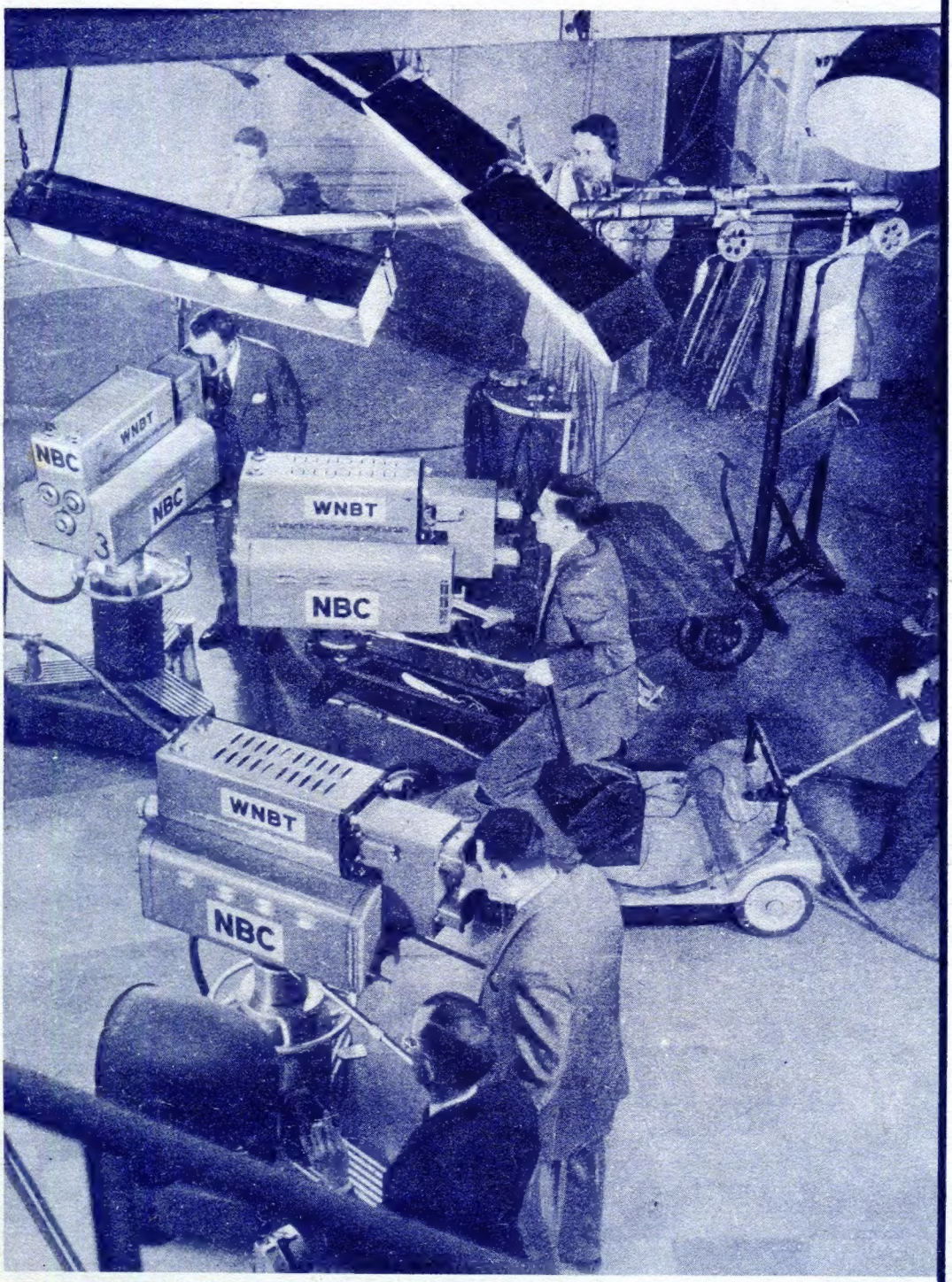
1. Mai-Heft 1951 Nr. 9

ZEITSCHRIFT FÜR FUNKTECHNIKER

Erscheint am 5. und 20. eines jeden Monats

FRANZIS-VERLAG MÜNCHEN-BERLIN

Verlag der G. Franz'schen Buchdruckerei G. Emil Mayer



Blick in ein Fernsehstudio der NBC, New York. Ähnlich wie der Rundfunk verschiedene Mikrofone verwendet, bedient sich auch das Fernsehen zahlreicher Aufnahme-Kameras, um Nahaufnahmen und Einzelheiten übertragen zu können. Die Beleuchtungslampen sind zu Strahlergruppen zusammengefaßt. (Foto: NBC, New York)

Aus dem Inhalt

UKW-Erfahrungen 163

Eine neue Aufnahmekamera .. 163

Fachbuchwoche 164

Funktechnische Fachliteratur .. 164

Neueste Entwicklungen im Lautsprecherbau 165/166

Empfangsstörungen und Rauschabstand bei FM-Empfängern mit Flankengleichrichtung 167/168

Die Messung des Modulationsgrades 169

Schaltungstechnik des UKW-Bereiches in einfacheren Superhets 170

Bauanleitung: Reisesuper „Wochenend", 6-Kreis-4-Röhren-Universalsuper 171

Noch einmal das deutsche Funkstörschutzgesetz 172

FUNKSCHAU-Prüfbericht und Servicedaten: **Metz-AM-FM-Super „Java S"** .. 173/174

Einführung in die Fernsehpraxis, 9. Folge: Ton- und Bild-Zwischenfrequenzverstärker 175/176

Radio-Meßtechnik, 25. Folge: § 29. Isolationswiderstandsmesser (Schloß) 177

Lehrbausatz „Radioempfänger", 7. Teil. Einheit G. Zf-Gleichrichter 178

FUNKSCHAU-Auslandsberichte 179

Vorschläge für die Werkstattpraxis 180

Die **Ingenieur-Ausgabe** enthält außerdem:

Funktechnische Arbeitsblätter Rö 51 Glimmlampen in der Funktechnik 4 Blätter

Bezugspreis der Ingenieur-Ausgabe monatlich 2 DM (einschl. Postzeitungsgebühr) zuzüglich 6 Pfg. Zustellgebühr.

KACO

ZERHACKER
WECHSELRICHTER
WECHSEL-
GLEICHRICHTER

Die bewährten
GLEICHSTROM
UMFORMER
mit hohem Wirkungsgrad

*

KUPFER-ASBEST-CO
HEILBRONN

Universal-Kraftverstärker
30/15 Watt

KV 51/E mit eingebautem empfangsstarken Einkreiser und Umblender, für alle Mikrofone und Tonabnehmer passend, mit Vorverstärkerstufe DM **554.—**

KV 51/S, wie oben, jedoch mit organisch eingebautem 6-Kreis-Hochleistungssuper . . . . . DM **705.—**

Kinoverstärker K I und K II

mit unvergleichlicher Wiedergabegüte, für transportable od. stationäre Zwecke, 15 u. 30 W Sprechleistung, mit jeglichem technischen Komfort
K I . . DM **710.—** K II . . DM **785.—**

Ein Jahr Garantie. Geräterabatte für Einzel- und Großhandel. Fordern Sie technische Daten an!

Funktechnik und Gerätebau
Ing. W. PINTERNAGEL, Landau/Isar

Alleinvertrieb:
RUDOLF REIM, Passau, Bräugasse 13

BEYER
Heilbronn a. N. · Bismarckstraße 107

Exponentialhorn-Lautsprecher mit Druckkammersystem
10 Watt und 25 Watt

Frequenzbereich 200—10000 Hz. Richtcharakteristik gerichtet. Horn zweifach gefaltet, vertikal schwenkbar, wetterfest

Für Kommandoanlagen, Autoanlagen, Sportplätze, Polizei, Eisenbahn

ELKOS Beste Marken-Qualität
4 mF 500/550 V . . . DM 1.15 n.
8 mF 500/550 V . . . DM 1.40 n.
16 mF 500/550 V . . . DM 1.75 n.
25 mF 500/550 V . . . DM 2.30 n.
Prompter Nachnahmeversand
Paul Unger
Elektrotechnischer Apparatebau, Abt. Klein-Kondensatoren
(13b) FÜSSEN/L. · AUGUSTENSTRASSE 11

TRANSFORMATOREN
DROSSELN
ÜBERTRAGER
STANZTEILE
für den Transformatorenbau

CARL-AUGUST AWEH, Transformatorenfabrik
Hamburg 1 · Spaldingstraße 57
Besuchen Sie meinen Stand auf der Technischen Messe in Hannover Halle 10, Stand 215

Lautsprecher Reparaturen

Preiswürdigste handwerkliche Qualitätsarbeit

Ing. Hans Könemann, Rundfunkmechanikermeister
Hannover, Ubbenstraße 2

RÖHREN-SONDERANGEBOT

ABL 1	EAF 21	EF 11	UBL 21
AK 2	EAF 42	EF 12	UCH 21
AL 4	EBC 41	EF 41	UCH 42
AL 4	EBF 2	EL 3	UF 41
AZ 1	EBF 11	EL 8	UL 41
CBL 1	ECH 3	EL 11	UM 4
CBL 6	ECH 4	EL 41	UY 21
CF 3	ECH 11	UAF 42	VCL 11
CF 7	ECH 42	UBC 41	VCH 11
CY 1			

Rabatt: 30%, bei 10 Stck. sortiert 33 u. bei 20 Stck. 35%. Sämtl. Röhren sind in Original-Verpackung und mit der üblichen Garantie. Weitere Röhren auch amerikan. zu günstigen Preisen am Lager

Lautsprecher: 4 Watt DM. 8.50, 6 Watt DM. 14.80

Netztrafo:
2x270 Volt 60 mA DM. 11.80 VE DM. 5.80
2x300 Volt 75 mA DM. 13.— VE-Dyn. DM. 6.80
2x325 Volt 180 mA DM. 21.50

Versand erfolgt p. Nachnah. abzügl. 3% Skonto

Günther Gärtner, Rundf.-Röhrenvertr., Dinslaken Ruf 24 23

KAUFE LAUFEND

Deutsche und amerikan. Röhren, Radioteile, Kupferlackdraht u. Kupfer in jeder Form, gebrauchte Radios, Restposten u. Konkursmasse, ferner BC 348, BC 221 u. a.

Echoton, München, Goethestr. 12

UKW-Antennen / Teleskop-Fensterantennen / Abgeschirmte Einzelantennen / **Gemeinschaftsantennen** / Auto-Antennen / abgeschirmtes Radiomaterial **Lötkolben-Sparableger** / **Spezial-Lötkolben** / Netzspannungsregler / Widerstandsschnüre

Technische Messe Hannover vom 29. April b. 8. Mai, Halle 12, Stand 602

C. Schniewindt K.G. Elektrotechn. Spezialfabr.
(21b) **NEUENRADE** (Westfalen)

FÜR UKW-Zf 10,7 MHz

liefern wir
Zf-Bandfilter kompl. in Alu-Becher p. St. 3.80
Diskriminator für echten „ratio detector" kompl. in Alu-Becher . . . . . p. St. 4.20
Zweifachsperrkreis kompl. mont. . . p. St. 4.40
Versand per Nachnahme
Grossisten und Händler erhalten Höchstrabatt

HOBOTON
Bollmeyer & Hoppe GmbH. · Bremer-Huchting

Begehrte Einzelteile
Koffer-6-Kr.-Superspulensatz in Miniaturausführung mit 2 Philips-Mikrobandfiltern (Mittelwelle) . . . DM **14.50**
Abgeschirmter Stecker mit Buchse (für Meßsender) DM **1.50**
Netztrafo P. 220 V, S. 2x300 V/60 mA, 4/6,3 V DM **7.50**
Gegentakt-Zwischenübertrager AEG (hochwertig) DM **4.50**
Selengleichrichter AEG 250 V/75 mA . . . . . DM **2.60**
Drehspul-Instrument 0,1 mA, 100 ϕ, Messerzeiger DM **13.—**
Sämtliche Bauteile für Kofferempfänger und UKW-Geräte. Nachnahmeversand mit Rückgaberecht. Listen anfordern!

SUHR-RADIOVERSAND, (20a) Fischbeck/Weser

ELKONDA
statische und elektrolytische
KONDENSATOREN

Verlangen Sie bitte unverbindlich unsere Liste A

ELKONDA GmbH München 13 Infanteriestr. 7b

Selbstbau auf Raten!

Alle Bauteile zum **ULTRAKORD-GROSSUPER SR 50 A,** 8 Kreise 10 Wellenbereiche + UKW, mit allen Schikanen, auf bequeme Ratenzahlung! Kein Nach-Abgleichen, kein Meßsender mehr erforderlich, denn alle Bauteile sind zum SR 50 A genauestens abgeglichen. Daher völlige Sicherheit beim Bau, Sie kaufen direkt ab Fabrik mit voller Garantie! Unser Labor und unser Beratungsdienst steht Ihnen zur Seite.

Fordern Sie sofort Gratisprospekt mit Angebot oder gleich die Baumappe mit ausführlicher Beschreibung und Bauanleitung (28 Seiten Broschüre) und den übersichtlichen, farbigen Plänen in Originalgröße (DM 2.- einsenden oder Nachnahme) von

SUPER-RADIO Paul Martens Hamburg 20/NT Eppendorferbaum 39a

AEG
Magnetophon

ein internationaler Begriff für technische Pionierarbeit und Höchstqualität

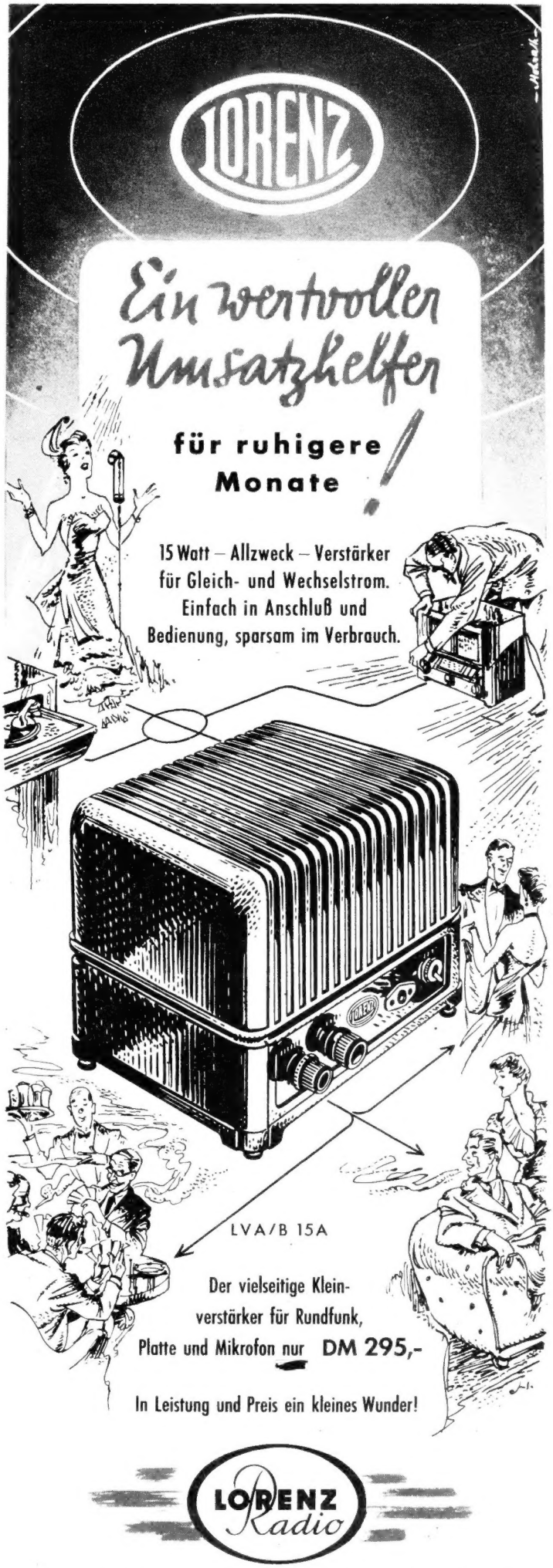
Verschiedene Ausführungen für alle Gebiete neuzeitlicher Ton-Aufnahme und -Wiedergabe

•

Nähere Auskünfte durch alle AEG-Büros und AEG Magnetophon-Gerätebau Hamburg 27 · Billhorner Canalstraße 13

ALLGEMEINE ELEKTRICITÄTS-GESELLSCHAFT

5248



RADIO-FACHBÜCHER? FRANZIS-VERLAG · RADIO-FACHBÜCHER? FRANZIS-VERLAG · RADIO-FACHBÜCHER? FRANZIS-VERLAG

Der Franzis-Verlag liefert zur Fachbuchwoche:

Neuerscheinungen 1950/51

Röhrenmeßtechnik. Von H. Schweitzer. 192 Seiten mit 118 Abb. und vielen Tabellen. Brauchbarkeits- u. Fehlerbestimmung an Radioröhren. Eine groß angelegte praktische Darstellung des gesamten Röhrenmeßwesens mit ausführlicher Besprechung aller Röhrenmeß-Schaltungen. Kart. 12,— DM, Halbl. 13,80 DM

Hilfsbuch f. Katodenstrahl-Oszillografie. Von Ing. Heinz Richter. 200 Seiten m. 176 Abb., einem „Atlas der Oszillogramme" mit 79 Oszillogramm-Aufnahmen und 12 Tabellen. Das erste Oszillografenbuch, das für den Praktiker geschrieben wurde und das alle Schaltungen und Anordnungen bespricht, die bei Messungen mit dem Oszillografen im Hoch- und Niederfrequenzgebiet erforderlich sind. Es zeigt ganz ausführlich, wie der Oszillograf in Werkstatt und Labor verwendet werden muß. Kart. 12,— DM, Halblein. 13,80 DM

So gleicht der Praktiker ab. Von Ing. Otto Limann. 48 Seiten mit 36 Abb. und zahlreichen Tabellen. Leitsätze für das Abgleichen von Rundfunkempfängern, für den Praktiker in der Werkstatt und für den Bastler bestimmt, den Kopenhagener Plan und damit die Erweiterung der Wellenbereiche berücksichtigend. Das Abgleichbuch, das in jeder Werkstatt, bald an jedem Arbeitsplatz vorhanden sein wird, ein echter Limann noch dazu. Kart. 3,— DM, Versandkosten 10 Pfg.

Wie richte ich meine Radiowerkstatt ein? Von Ing. Ernst Hannausch. 52 Seiten mit 17 Bildern und zahlreichen Röhrenmeßtabellen. Entwurf und Bau eines Werkstatt-Meß- und Prüfplatzes, die es ermöglichen, eine solche Einrichtung aus eigenen Mitteln zu schaffen. Kart. 3,50 DM, Versandkost. 10 Pfg.

Bestückungstabellen für Rundfunkempfänger. Von Werner Trieloff. 64 S. Großformat. Enthält für alle von 1927 bis 1950 auf den Markt gebrachten deutschen Empfänger Röhrenbestückung, Sicherungen, Skalenlampen und wichtigste technische Einzelheiten. Für jede Werkstatt unentbehrlich. **Neuauflage 1950.** Kart. 5,50 DM, Versandkosten 40 Pfg.

Bewährte Fachbücher

Funktechnik ohne Ballast. Von Ing. Otto Limann. 160 Seiten mit 325 Abb. u. 7 Tafeln. Eine Einführung in die Schaltungstechnik und die Arbeitsweise der Rundfunkempfänger in leicht verständlicher Form, mit sehr vielen Bildern, genau so geschrieben, wie es der Praktiker benötigt. Eines der besten Grundlagenbücher, jedem Anfänger zum Studium besonders empfohlen, aber auch für Fortgeschrittene wertvoll. Halbleinen 9,50 DM. Versandkosten 40 Pfg.

Prüffeldmeßtechnik. Von Ingenieur Otto Limann. 304 Seiten mit 220 Abb. Das mit Abstand beste und inhaltsreichste Buch über die gesamte Radio-Prüf- und Meßtechnik, genaue Schaltungen, Bau- und Gebrauchsanleitungen für alle in Prüffeld und Labor notwendigen Meßgeräte bietend. Kart. 16,80 DM.

Funktechnische Nomogramme. Von H.-Joachim Schultze. 71 Nomogramme u. 4 Zeichentafeln mit Ableselineal in Mappe. Nomogramme für die Berechnung von Spulen, Schwingkreisen, Trafos, Widerstandsanordnungen u. dgl. mehr, kurz für alle in der Radiotechnik vorkommenden Berechnungen. Preis 9,— DM, Versandkosten 60 Pfg.

Tragbare Universalempfänger für Batterie- und Netzbetrieb. Von Fritz Alf. 86 Seiten mit 55 Abb. u. 10 Nomogrammen. Schaltungstechnik und Arbeitsweise der heute besonders aktuellen Universalempfänger für Batterie- und Netzbetrieb, mit allen Bau- u. Berechnungsunterlagen.
Kart. 3,— DM, Versandkosten 20 Pfg.

Standardschaltungen der Rundfunktechnik. Von Werner W. Diefenbach. 196 Seiten Großformat mit 103 Abb. u. vielen Tabellen. Querschnitt durch die neuzeitliche Empfänger-Schaltungstechnik, zum Schaltungsstudium geeignet, aber auch als Reparaturhilfe wertvoll. Kart. 8.— DM, Versandkosten 40 Pfg.

Röhren-Tabellen

Röhren-Taschen-Tabelle. Von Fritz Kunze. 136 Seiten Taschenformat. **Neuaufl. 1950,** bis zur Funkausstellung 1950 ergänzt. Die neueste und bei weitem praktischste Röhren-Tabelle in Taschenformat, die ausführlichen Daten und Sockelschaltungen von 2600 Röhren enthaltend, einschließlich der Rimlock-, Pico- und Miniaturröhren und einschließlich der neuesten UKW-Röhren.
Kart. 2,50 DM, Versandkosten 20 Pfg.

Röhren-Vergleichstabellen. Von Werner Trieloff. 176 Seiten Großformat mit 445 Abb. Eine neuartige Tabelle, für die Werkstatt besonders praktisch; aus ihr sind für alle jemals auf den Markt gekommenen Röhren die gängigen Vergleichstypen zu ersehen. In dieser Form wurden rd. 8000 Röhren katalogisiert. Kart. 8,— DM, Versandk. 60 Pfg.

Amerikanische Röhren. Von Fritz Kunze. 64 Seiten Großformat mit fast 500 Abbildungen und Sockelschaltungen. Ausführliche Betriebsdaten u. Sockelschaltungen amerikanischer Röhren mit Vergleichsliste amerikanischer Röhren untereinander sowie gegen deutsche Röhren. Anleitung zur Instandsetzung amerikanischer Geräte.
Kart. 6,30 DM, Versandkosten 20 Pfg.

Tabelle der englischen Dienströhren. Von Fritz Kunze. 12 Seiten Großformat mit 127 Sockelschaltungen. Das Gegenstück zu den „Amerikanischen Röhren", die sog. englischen Dienströhren behandelnd, die gleichfalls in steigendem Maße in Deutschland in Erscheinung treten. Eine notwendige Ergänzung zu allen bekannten Röhrentabellen. **Neuerscheinung 1950.** Preis 2,— DM, Versandk. 10 Pfg.

Radio-Praktiker-Bücherei

Eine neue, billige, aber technisch unbedingt exakte und zuverlässige Buchreihe für das gesamte Gebiet der Radiotechnik u. Elektroakustik. Jedes Bändchen hat 64 Seiten Umfang und ist reich bebildert. Preis je Band 1,20 DM, Versandkosten je 10 Pfg. Bisher sind erschienen:

Nr. 1. **Die neue U-Röhren-Reihe und ihre Schaltungen.** Von Hans Sutaner. 64 Seiten mit 50 Bildern und Schaltungen. Alles Wissenswerte über die neuen U-Röhren, Schaltungsauswahl für diese, Ein- und Zweikreiser, Superhets für Allstrom mit 4 bis 6 Kreisen enthaltend.

Nr. 3. **UKW-FM-Rundfunk in Theorie und Praxis.** Von Herbert G. Mende. 64 S. mit 35 Bildern und 4 Tabellen. Einführung in Technik u. Vorteile des UKW-FM-Rundfunks, die Sendetechnik und die Antennen behandelnd, eine ausführliche Darstellung der Bauteile des UKW-Empfängers gebend.

Nr. 4. **UKW-Empfang mit Zusatzgeräten.** Von Herbert G. Mende. 64 Seiten mit 16 Bildern und 9 Tabellen. Schaltungstechnik u. Aufbau von UKW-Zusatzgeräten in Audion-, Pendel- und Superhetschaltung.

Nr. 6. **Antennen für Rundfunk- u. UKW-Empfang.** Von Herbert G. Mende. 64 Seiten mit 30 Bildern und 7 Tabellen. Das modernste Antennenbuch, eine Fülle von Unterlagen für Antennen jeder Art bietend; es läßt Theorie und Praxis in gleicher Weise zu seinem Recht kommen.

Nr. 7. **Neuzeitl. Schallfolienaufnahme.** Von Fritz Kühne. 64 Seiten mit 39 Bildern. Eine Darstellung der neuesten Technik der Schallfolienaufnahme, mit den Erfahrungen eines langjährigen Praktikers auf diesem Gebiet angefüllt und für Fachleute und Liebhaber gleich geeignet.

Nr. 8. **Vielseitige Verstärkergeräte für Tonaufnahme u. Wiedergabe.** Von Fritz Kühne. 64 Seiten mit 36 Bildern. Technik und Schaltung der Mikrofon-, Fotozellen-, Tonabnehmer-, Schreiber-, Mischpult-, Bandaufnahmen-, Endverstärker u. dgl. mehr, das modernste Verstärkerbuch aus der Fülle praktischer Erfahrung schöpfend.

Nr. 9. **Magnetbandspieler - Praxis.** Von Wolfgang Junghans. 64 Seiten mit 36 Bildern. Wer sich mit dem Selbstbau eines Magnetbandspielers befassen oder mit einem industriellen Gerät erfolgreich arbeiten will, muß die Technik der magnetischen Tonaufzeichnung in ihrer Gesamtheit beherrschen. Sie kennenzulernen ist dieser Band bestimmt.

Nr. 11. **Mikrofone.** Aufbau, Verwendung u. Selbstbau. Von Fritz Kühne. 64 Seiten mit 38 Bildern und 2 Tabellen. Die verschiedenen Bauarten von Mikrofonen, ihre Schaltung und Anwendung, unter besonderer Behandlung der für den Selbstbau geeigneten Mikrofontypen.

Nr. 13. **Schliche und Kniffe für Radiopraktiker.** Von Fritz Kühne. 64 Seiten mit 57 Bildern. Enthält alle jene Kniffe und Arbeitserfahrungen aus Werkstatt und Labor, die die Überlegenheit des erfahrenen Bastlers und Technikers ausmachen.

Nr. 15. **Moderne Zweikreis-Empfänger.** Von Hans Sutaner. 64 Seiten mit 43 Bildern und Schaltungen. Dieser Band enthält die Schaltungen und Beschreibungen einer guten Auswahl von für den Selbstbau geeigneter Zweikreiser, jener Empfängergattung also, die für den Bastler nach wie vor von größtem Interesse ist.

Nr. 16. **Widerstandskunde für Radiopraktiker.** Von Dipl.-Ing. Georg Hoffmeister. 64 Seiten mit 9 Bildern, 4 Nomogrammen und 6 großen Zahlentafeln. Mit Widerständen hat man dauernd zu tun, und dabei beherrscht man ihre Eigenschaften viel zu wenig. Der vorliegende Band gibt alle Unterlagen hierfür. Er gehört in die Hand eines jeden Radiopraktikers.

Nr. 17. **Prüfsender für UKW-Empfänger.** Von Dipl.-Ing. Rud. Schiffel und Ing. Fritz Woletz. 64 Seiten mit 57 Bildern. Um für die Prüfung und Instandsetzung von UKW-Empfängern gerüstet zu sein, werden Spezialmeßgeräte benötigt, deren Entwurf, Schaltung und Bau das vorliegende Buch behandelt.

Nr. 18/19. **Radio-Röhren.** Von Herbert G. Mende. 128 Seiten mit 65 Bildern. Eine lesenswerte Ergänzung zu jedem Röhrenwerk, das erstmals behandelt, wie die Röhren wurden, was sie leisten und anderes, was nicht im „Barkhausen" steht. Ein Röhrenbuch ganz eigener Art, das die ausgetretenen Pfade verlassen hat. Doppelband Preis 2,40 DM.

Nr. 20. **Methodische Fehlersuche in Rundfunkempfängern.** Von Dr. A. Renardy. 64 Seiten mit 16 Bildern. Ein Reparatur-Buch besonderer Art, das die Systematik herausarbeitet und das außerdem die neuen Verfahren der Signalzuführung und Signalverfolgung eingehend bespricht.

Nr. 21. **Funktechniker lernen Formelrechnen** auf kurzweilige, launige Art. Von Fritz Kunze. Band I. 64 Seiten mit 22 Bildern. Ein leichtverständlicher mathematischer Lehrgang für Rundfunkmechaniker, Prüfer, Bastler, Rundfunkhändler und -verkäufer.

Nr. 22/23. **Lehrgang Radiotechnik Teil I.** Von Ferdinand Jacobs. 128 Seiten mit 132 Bildern und 3 Tabellen. Eine Einführung in die Radiotechnik, für Schüler und Lehrlinge, Liebhaber und werdende Fachleute gedacht, die sich besonders durch eine gründliche, langsam fortschreitende Darbietung des Stoffes auszeichnet. Doppelband Preis 2,40 DM.

Nr. 26. **Tonstudio-Praxis.** Von Ing. Fritz Kühne. 64 Seiten mit 36 Bildern und 6 Tabellen. Die Studiopraxis der Schallaufnahme verlangt eine Beherrschung der Entzerrungs- und Meßtechnik. Die Kenntnis dieser Spezialgebiete vermittelt dieses Buch.

Nr. 27. **Rundfunkempfang ohne Röhren.** Vom Detektor zum Transistor. Von Ingenieur Herbert G. Mende. 64 Seiten mit 38 Bildern und 5 Tabellen.
Mit dem Detektorempfänger einerseits und den modernsten Kristallsystemen andererseits befaßt sich der vorliegende Band, wobei Schaltung und Verwendung im Vordergrund stehen.
Die Sammlung ist in raschem Ausbau begriffen.

Zu beziehen durch den Buch- u. Fachhandel oder unmittelbar vom Verlag · Lieferung über 10 DM porto- u. spesenfrei

Verlangen Sie unseren neuen 24-seitigen Verlagskatalog!

Verlag der G. Franz'schen Buchdruckerei G. Emil Mayer

FRANZIS-VERLAG

MÜNCHEN 2
LUISENSTRASSE 17

Postscheckkonto München 5758

RADIO-FACHBÜCHER? FRANZIS-VERLAG · RADIO-FACHBÜCHER? FRANZIS-VERLAG · RADIO-FACHBÜCHER? FRANZIS-VERLAG

23. JAHRGANG

Funkschau

1. Mai-Heft 1951 Nr. 9

UKW-Erfahrungen

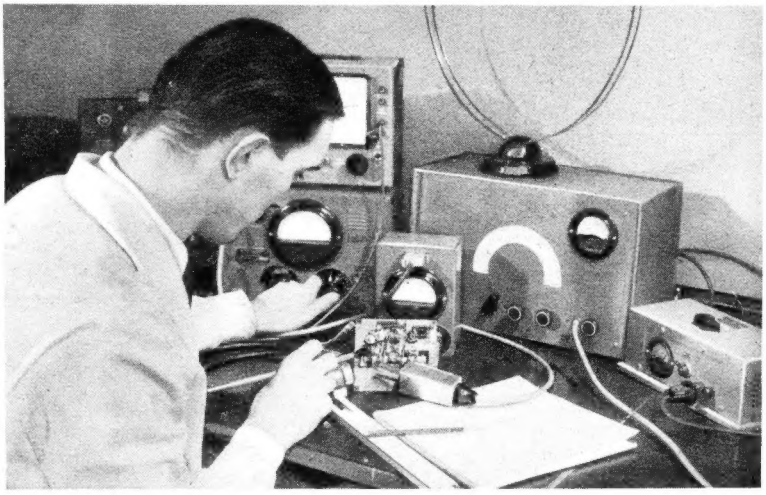
Die UKW-Entwicklung hat jetzt einen Abschnitt erreicht, der auf Grund der vielseitigen, im Entwicklungslabor, in der Fertigung und schließlich beim Verkauf gewonnenen Erfahrungen eine gerechtere Beurteilung als zur Zeit der Düsseldorfer Funkausstellung erlaubt. Diese Tatsache ist von ganz besonderer Bedeutung, da die in zäher Kleinarbeit gefundenen Erkenntnisse den zukünftigen Empfängerbau maßgeblich beeinflussen werden.

Einige schon vor der Funkausstellung in den Handel gebrachte AM-FM-Superhets mit organisch eingebautem UKW-Bereich haben den Beweis geliefert, daß die deutsche Industrie in der Lage ist, diese für den deutschen Markt neuartige Empfängergruppe ohne die vielfach vorausgesagte wesentliche Preiserhöhung herzustellen. Diese Erfahrung veranlaßte zahlreiche Empfängerfabriken, die sich zunächst noch dem UKW-Rundfunk gegenüber zurückhaltend verhielten, der Entwicklung des echten AM-FM-Gerätes besondere Aufmerksamkeit zu schenken. So ist es zu verstehen, wenn in den letzten Monaten verschiedene Hersteller ihren bewährten Dreibereich-Super mit nachträglich einsetzbarem UKW-Teil endgültig in ein Vierbereich-Gerät mit serienmäßig gelieferten UKW-Bereich umgewandelt haben. Das Einsatzgerät ist in die Produktion neuer Empfänger immer weniger einbezogen worden. Diese Entwicklung führt folgerichtig zu einer Bevorzugung des AM-FM-Gerätes, die aus technischen und wirtschaftlichen Gründen nur begrüßt werden kann. Während verschiedene Fabrikanten heute noch für die billige Superhetklasse Empfänger mit nachträglich einsetzbarem UKW-Teil fertigen, gibt es schon verschiedene Hersteller, deren gesamtes Fabrikationsprogramm nur mehr AM-FM-Superhets mit organisch eingegliedertem UKW-Band enthält. Der Rundfunkhörer bestätigt täglich die Richtigkeit dieser Überlegungen, indem er bei der Neuanschaffung eines Superhets natürlich einen Empfänger mit UKW-Bereich auswählt.

Die Erfahrung bewies andererseits die Bedeutung des UKW-Einsatzteiles für ältere Geräte. Hier steht der Handel vor der Aufgabe, wenn ein Hörer am UKW-Rundfunk teilzunehmen wünscht, ein passendes Einsatzteil ausfindig zu machen. Nicht alle Fabrikanten konnten sich dieses Problems annehmen und einen Einsatztyp entwickeln, der für alle Empfänger der letzten Baujahre geeignet erscheint. Die großen konstruktiven Unterschiede der verschiedenen Geräte verbieten in den meisten Fällen die Entwicklung eines „Einheitstyps". Um die sich ergebenden Einbauschwierigkeiten zu vermeiden, bringen einzelne Firmen bis zu vier verschiedene Einsatzteile heraus. Obwohl es z. Z. etwa 40 Einsatzteile gibt, ist der nachträgliche Einbau ohne nennenswerte Schwierigkeiten meist nur in Empfängern der letzten drei Baujahre möglich. Man darf nicht übersehen, daß die in Deutschland hergestellten Empfänger eine ungewöhnlich hohe Lebensdauer aufweisen und die wirtschaftliche Lage weiten Kreisen die Neuanschaffung eines Radiogerätes unmöglich macht. Diese Hörerschichten gehen daher für die nächste Zeit dem UKW-Rundfunk verloren, wenn es nicht gelingt, passende Einsatzteile für Empfänger etwa der letzten fünf Baujahre zu produzieren. Die Lösung der technischen Fragen dürfte keine allzu großen Schwierigkeiten bereiten, da getrennte Abstimmung und ein zusätzlicher Umschalter von Tonabnehmerwiedergabe auf UKW und umgekehrt größere Änderungen der Rundfunkgeräte vermeiden lassen.

Andere Erfahrungen liegen auf dem Antennengebiet vor. Zahlreiche Gemeinschaftsantennensysteme sind inzwischen auf vier Wellenbereiche erweitert worden. Ferner bieten die Antennenhersteller ein großes Programm verschiedener Dipolantennen. Im allgemeinen hat sich der Faltdipol durchsetzen können, doch konnte man feststellen, daß der Hörer nach wie vor die Behelfsantenne aus Gründen, die leicht einzusehen sind, bevorzugt. So sind jetzt die meisten Gerätehersteller dazu übergegangen, durch entsprechende Schaltung des Eingangskreises die bisher üblichen Normalantennen auch für UKW-Empfang zu benutzen. Wenn auch in absehbarer Zeit mit größeren UKW-Feldstärken gerechnet werden darf, sollte die Anpassung der Empfängerempfindlichkeit an die erschwerten Empfangsbedingungen, mit denen sich der Durchschnittshörer abzufinden hat, nicht übersehen werden.

Es ist ferner damit zu rechnen, daß vorliegende Erfahrungen die elektrische Qualität der Dipolantennen verbessern können. Bekanntlich werden an die Widerstandsfähigkeit der UKW-Antennen hohe Anforderungen gestellt. Gewisse Mängel haben sich am Anschlußpunkt des Antennenkabels ergeben, so daß man jetzt korrosionsfreie Kontakte an den Dipolenden anstrebt. Die UKW-Technik macht in Deutschland anerkennenswerte Fortschritte. Wenn technische Entwicklung und industrielle Erzeugung sich gegenseitig befruchten, darf man der Zukunft des deutschen UKW-Rundfunks günstige Prognosen stellen.



Die Meßtechnik ist an der Weiterentwicklung des UKW-Rundfunks maßgeblich beteiligt. In den Fabriken der Gerätehersteller gehören UKW-Meßplätze zu den wichtigen Laboreinrichtungen, wie diese Teilansicht aus dem UKW-Labor der Metz-Apparatefabrik zeigt

Eine neue Aufnahmekamera

Die Fernsehaufnahmetechnik bemüht sich, auch die Abmessungen der Aufnahmekameras zu verringern. Trotz aller bisherigen Versuche, zu noch kleineren Bauformen zu gelangen, ist es bis heute noch nicht gelungen, die ideale „Kleinkamera" zu schaffen, deren Abmessungen mit ähnlichen Erzeugnissen der Filmtechnik verglichen werden könnten.

Eine Erfolg versprechende Entwicklung hat sich kürzlich durch die „Vidicon"-Fernsehaufnahmeröhre der RCA angebahnt. Sie ist etwa 150 mm lang, hat einen Durchmesser von 25 mm und beruht auf dem Prinzip der elektrischen Widerstandszelle. Ihr besonderer Vorzug besteht in der höheren Lichtempfindlichkeit, die beispielsweise um das Zehnfache größer ist als die des bekannten „Image-Orthicons" und mit etwa 1000 µA je Lumen angegeben wird. Die mit dieser Röhre ausgestattete Aufnahmekamera zeichnet sich durch einfache Bedienung, handliches Format (255 × 127 × 85 mm) sowie geringes Gewicht (nur 3,5 kg) aus und kann in einer Hand getragen werden. Die „Vidicon"-Röhre wird zunächst für 600-Zeilenbetrieb hergestellt, doch sind auch Bauformen bis zu 1500-zeiliger Bildzerlegung denkbar. Im Gegensatz zu anderen Aufnahmekameras hat man die zugehörigen Geräte getrennt untergebracht. Diese befinden sich im Kommando-Empfangsgerät, das gleichzeitig die Bildübertragung auf einem 18-cm-Bildschirm sichtbar macht und insgesamt 44 Röhren enthält.

In der von der RCA entwickelten Bauform eignet sich die „Vidicon"-Kamera für Fernsehvorführungen über Drahtleitungen auf eine Entfernung bis zu 150 m. Die Bedeutung dieser Anlage für Forschung, Industrie und Überwachungszwecke läßt sich heute noch nicht abschätzen. Überall dort, wo die direkte Betrachtung aus irgendwelchen Gründen nicht möglich sein wird, wie z. B. im Operationssaal, im Atomlaboratorium usw., wird die „Vidicon"-Anlage wichtige Aufgaben zu erfüllen haben. Ein eingebauter Servomotor, der ferngesteuert ist, übernimmt die Scharfeinstellung des Objektives, so daß am Aufnahmeort selbst kein Bedienungspersonal vorhanden sein muß. Die Anwendungsmöglichkeiten dieser ferngesteuerten, kleinen Aufnahmekamera sind vielseitig. In der heutigen Ausführungsform eignet sich dieses Gerät zwar noch nicht für den Fernsehrundfunk. Die Entwicklung gilt aber als keineswegs abgeschlossen. Man darf daher in nächster Zeit noch manchen Fortschritt erwarten.

Die Fachbuchwoche, die vom 4. bis 12. Mai im gesamten deutschen Bundesgebiet veranstaltet wird und die ihren Höhepunkt in einer Reihe örtlicher Fachbuchausstellungen findet, steht unter dem Motto: „... das Buch gehört dazu!" Wir bringen unsern Lesern unter diesem Motto heute eine Reihe von Besprechungen, die sich mit Neuerscheinungen und Neuauflagen der Franzis-Buchproduktion befassen. Es sind zumeist Radio-Praktiker-Bücher, die wir besprechen, sind dies doch zur Zeit die am meisten gekauften Radio-Fachbücher überhaupt. Innerhalb eines knappen Jahres wurde eine Verkaufs-Auflage von über einhunderttausend Bänden erreicht — gewiß der beste Beweis für den Anklang, den diese Bände überall bei Fachleuten und Liebhabern gefunden haben.

Lehrgang Radiotechnik

Von Ferdinand Jacobs. Band I, 128 Seiten mit 132 Bildern und 3 Tabellen. Heft 22/23 der RADIO-PRAKTIKER-BÜCHEREI, 1951. Franzis - Verlag, München. Preis: DM 2,40.

Jeder Radiotechniker, sei er nun Ingenieur, Radiopraktiker oder Lehrling, wird ohne umfangreiches theoretisches Wissen kaum nennenswerte Erfolge erzielen können. Der jetzt im Rahmen der RADIO-PRAKTIKER-BÜCHEREI erschienene „Lehrgang Radiotechnik" macht es sich zur Aufgabe, jenes Wissen zu vermitteln, das der Radiofachmann als Grundkenntnisse beherrschen muß. Das allgemein verständlich und anschaulich geschriebene Werk setzt die Kenntnis der Grundlagen der Elektrizitätslehre voraus und behandelt im vorliegenden ersten Bändchen die wichtigsten theoretischen Fragen. In siebzehn „Stunden" (Kapiteln) wird der Leser, ausgehend von der einfachsten Form des Empfängers über die Modulation und Demodulation, den Schwingungskreis und die Dämpfung, über gekoppelte Kreise und Bandfilter sowie u. a. über die Elektronenröhren unterrichtet. Die weiteren Abschnitte sind der Hf-, Zf-, Nf- und Endverstärkung gewidmet und befassen sich auch mit Rückkopplung, Schwingungserzeugung, Gegenkopplung, mit Widerständen und Kondensatoren sowie mit dem Schwingungskreis und der Kreisresonanz. Ein Literaturverzeichnis gibt Anregungen zu weiteren Studien.

Der Verfasser hat sich in dankenswerter Weise bemüht, den Lehrgang aufzulockern und so die Erarbeitung des umfangreichen Lehrstoffes zu erleichtern. Die übersichtliche Gliederung des Buches und die sorgfältige Bearbeitung der einzelnen Kapitel machen diese auch in ihrer Ausstattung vorbildliche Veröffentlichung für Schulungszwecke aller Art besonders geeignet. Der in einiger Zeit erscheinende zweite Teil des Lehrganges wird vorwiegend praktische Fragen enthalten. df.

Tonstudio-Praxis

Von Ingenieur Fritz Kühne. 64 Seiten mit 36 Bildern und 6 Tabellen. Band 26 der Radio - Praktiker - Bücherei. Preis DM 1.20. Franzis-Verlag, München.

Im Anschluß an die bereits erschienenen Bände 7, 8 und 11 der Radio - Praktiker-Bücherei, in denen allgemeine Fragen über Mikrofone, Verstärker und Schallfolienaufnahme erörtert worden sind, geht der durch seine Fachveröffentlichungen auf dem Gebiet der Schallfolien - Aufnahme sehr bekannte Autor auf wichtige Probleme der Studiotechnik ein. Die leicht verständlich geschriebene Broschüre wendet sich an den Schallfolien - Fachmann und zeigt, wie man Aufnahmen in Studioqualität erzielen kann.

Nach grundlegenden Ausführungen über die Bedeutung der Entzerrung und Messung betrachtet der Verfasser die an Studioverstärker zu stellenden Anforderungen, wobei auch auf typische Fehlerquellen bei Schallfolien - Verstärkern eingegangen wird, und wendet sich in einem weiteren Abschnitt der wichtigen Entzerrungstechnik zu. Dieses Kapitel wird der Praktiker besonders zu schätzen wissen, da Bemessungswerte für alle Arten von Entzerrerschaltungen angegeben werden. Der Schallfolien-Spezialist wird auf die Meßtechnik, die ein anderer Abschnitt behandelt, nicht verzichten können und aus den verschiedenen Beispielen praktisch vorkommender Messungen großen Nutzen ziehen. Die interessante und aufschlußreiche Veröffentlichung schließt mit einem inhaltsreichen Kapitel über die Studio - Betriebs- und Schaltungstechnik. Da dieser neue Band der Radio-Praktiker-Bücherei eine Unmenge langjähriger praktischer Erfahrungen vermittelt, verdient er nicht nur die Aufmerksamkeit jedes Schallfolien-Freundes, sondern auch die des Elektroakustikers.

Vielseitige Verstärkergeräte für Tonaufnahme und Wiedergabe

Von Ingenieur Fritz Kühne. 64 Seiten mit 36 Bildern. Band 8 der Radio-Praktiker-Bücherei. 2. Auflage. Preis 1,20 DM. Franzis-Verlag, München.

Es gibt keinen Radiotechniker, der in seiner Berufstätigkeit nicht mit Verstärkern zu arbeiten hätte, und es gibt wohl auch keinen Amateur, der in seiner praktischen Arbeit ohne Verstärker auskommen könnte. Diesem großen Interesse aller praktisch tätigen Funktechniker kommt die jetzt in zweiter Auflage erscheinende Broschüre von Fritz Kühne entgegen, der mit dem umfassenden Können eines Spezialisten auf Grund langjähriger, dem FUNKSCHAU-Leserkreis gut bekannter Erfahrungen erprobte Verstärkergeräte beschreibt.

Das anschaulich geschriebene Bändchen setzt sich mit den wichtigsten Eigenschaften von Verstärkern auseinander, geht auf Sprechleistung, Eingangsempfindlichkeit, Klirrfaktor, Dynamik, lineare Verzerrungen usw. ein und behandelt Fragen der Röhrenbestückung. Weitere Abschnitte geben einen kurzgefaßten Überblick über moderne Schaltungen, mit denen der Funktechniker von heute ständig zu tun hat. So enthält die vielseitige Broschüre u. a. Schaltungen für Mikrofon-, Fotozellen- und Tonabnehmerverstärker, Wiedergabeverstärker für Magnetband-Wiedergabe, Schreiberverstärker für die Schallfolien-Aufnahme, Mischpult- und Mehrkanalverstärker u. a. m. Schon diese kurzen Inhaltshinweise geben einen Einblick in die Reichhaltigkeit dieser wertvollen Broschüre, die jeder besitzen sollte. d.

Leistungs-Röhrenprüfer

Für deutsche und amerikanische Röhren mit Drucktasten für Wechselstrom - Anschluß. Mit 7 Abb. und 2 Beilagen. Von Ingenieur Erich Wrona. FUNKSCHAU-Bauheft M 1. Doppelheft. 2. Aufl. Preis DM 5.—. Franzis-Verlag, München.

In Radiowerkstätten erfreut sich der Leistungs - Röhrenprüfer wegen seiner unkomplizierten Bedienung großer Beliebtheit. Die in der Neuauflage des Bauheftes M 1 veröffentlichte Konstruktion eines für die Werkstatt bestimmten Leistungs - Röhrenprüfers gestattet die Prüfung von etwa 800 verschiedenen Röhrentypen. Die Bedienung des Gerätes wird durch 8 Drucktasten und eine übersichtliche Wertetabelle leicht gemacht.

Das FUNKSCHAU-Bauheft bietet eine ausführliche Bau- und Konstruktionsbeschreibung mit einem ausführlichen Gesamtschaltbild im Großformat und einer Konstruktionszeichnung der Geräteplatte im Maßstab 1 : 1. Der eigentlichen Bauanleitung gehen Ausführungen über das verwendete Meßprinzip und Konstruktionsfragen voraus. Eine genaue Bedienungsanleitung, Winke für Aufbau und Inbetriebnahme sowie Hinweise für die Benutzung der Röhrentabelle erleichtern den Umgang mit dem Prüfgerät. d.

Methodische Fehlersuche in Rundfunkempfängern

Von Dr. A. Renardy. 64 Seiten mit 16 Bildern. Band 20 der Radio-Praktiker-Bücherei. 2. Auflage. Preis 1,20 DM. Franzis-Verlag, München.

Wer sich mit der Fehlersuche befaßt, weiß aus Erfahrung, daß schwierige Fälle des Fehlers innerhalb kurzer Zeit nur durch methodisches Einkreisen geklärt werden können. Renardy hat es in seiner Broschüre, die in zweiter Auflage erschienen ist, mit Erfolg unternommen, die methodische Fehlersuche für den Praktiker darzustellen. Der erste Abschnitt macht mit der Spannungs-, Strom- und Widerstandsanalyse vertraut und bringt das Schaltbeispiel eines Volt-, Ampere- und Ohmmeters mit neun Meßbereichen. Ein weiteres Kapitel ist der Signalzuführung und Signalverfolgung gewidmet und geht auf neuzeitliche Prüfungen und Messungen mit dem Multivibrator, Rauschgenerator und dem aperiodischen Verstärker ein. Im Rahmen dieses Abschnittes werden auch Verstärker für Signalverfolger und industriell erzeugte Signalverfolger besprochen. Wer über einen Katodenstrahl-Oszillografen verfügt, wird ferner die Anwendungsmöglichkeiten dieses Meßgerätes und die Darstellung der Durchlaßkurve von Zf-Verstärkern sehr begrüßen. Für den Reparaturtechniker bieten die Hinweise über Hilfsmethoden der Fehlersuche und die sich anschließenden Ratschläge des Praktikers wertvolle Anhaltspunkte für die tägliche Arbeit. d.

Rundfunkempfang ohne Röhren

Vom Detektor zum Transistor. Von Ingenieur Herbert G. Mende. 64 Seiten mit 36 Bildern und 5 Tabellen. Band 27 der Radio - Praktiker - Bücherei. Preis 1,20 DM. Franzis-Verlag, München.

Dieses soeben neu erschienene Bändchen berichtet über die Möglichkeiten, die sich heute und in Zukunft für den röhrenlosen Rundfunkempfang ergeben. Es setzt sich zunächst mit Eigenschaften, Ausführungsformen und Konstruktionsfragen der Detektoren und Kristalldioden auseinander und wendet sich der interessanten Schaltungstechnik dieser Bauelemente zu, die in der heutigen Radiotechnik eine immer größer werdende Bedeutung erlangen, vor allem, wenn man die Detektor- und Diodenmischung berücksichtigt. Diese neuzeitlichen Schaltungen bieten gegenüber Röhrenanordnungen manche Vorteile.

Im Zusammenhang mit den letzten Fortschritten gewinnen die Ausführungen über mehrpolige Halbleitersysteme und ihre Schaltungstechnik an Interesse. Ein besonderes Kapitel beschreibt die Varsistoren, Transistoren, den Fieldistor und die Kristalltetroden, wobei theoretische Grundlagen, Aufbau, Eigenschaften und Schaltungstechnik berücksichtigt werden.

FUNKSCHAU
Zeitschrift für Funktechniker

Herausgegeben vom
FRANZIS-VERLAG MÜNCHEN
Verlag der G. Franz'schen Buchdruckerei G. Emil Mayer

Erscheint zweimal monatlich, und zwar am 5. und 20. eines jeden Monats. **Zu beziehen** durch den Buch- und Zeitschriftenhandel, unmittelbar vom Verlag und durch die Post. **Monats-Bezugspreis** für die **gewöhnliche Ausgabe** DM 1.40 (einschl. Postzeitungsgebühr) zuzüglich 6 Pfg. Zustellgebühr; für die **Ingenieur - Ausgabe** DM 2.— (einschl. Postzeitungsgebühr) zuzügl. 6 Pfg. Zustellgebühr. Preis des Einzelheftes der gewöhnlichen Ausgabe 70 Pfg. Die Ingenieur - Ausgabe kann nur im Abonnement bezogen werden.

Redaktion, Vertrieb u. Anzeigenverwaltung: Franzis-Verlag, München 2, Luisenstr. 17. — Fernruf: 5 16 25 — Postscheckkonto München 57 58.

Berliner Geschäftsstelle: Berlin - Friedenau, Grazer Damm 155. — Fernruf 71 67 68 — Postscheckkonto: Berlin-West Nr. 622 66.

Verantwortl. für den Textteil: Werner W. Diefenbach, Kempten (Allgäu), für den Anzeigenteil: Paul Walde, München. — Anzeigenpreis nach Preisliste Nr. 7.

Auslandsvertretungen: Schweiz: Verlag H. Thali & Cie., Hitzkirch (Luz.) — Saar: Ludwig Schubert, Buchhandlung, Neunkirchen (Saar), Stummstraße 15.

Druck: G. Franz'sche Buchdruckerei G. Emil Mayer, (13 b) München 2, Luisenstr. 17. Fernsprecher: 5 16 25. Die FUNKSCHAU ist der IVW angeschlossen.

Funktechnische Arbeitsblätter. Berichtigung zu Os 21.

In Blatt Os 21 der „Funktechnischen Arbeitsblätter", die der Ingenieur-Ausgabe der FUNKSCHAU beigefügt werden, ist eine Berichtigung erforderlich:

In Bild 7 muß entweder zwischen + und Masse ein Kondensator eingezeichnet, oder die Verbindung zwischen + und Masse muß entfernt werden.

Wir bitten die Leser der Ingenieur-Ausgabe, diese kleine Richtigstellung in Os 21 vorzunehmen.

Neueste Entwicklungen im Lautsprecherbau

Der folgende Aufsatz verdient die besondere Beachtung jedes an der Lautsprecherentwicklung interessierten Technikers. Er ist grundsätzlich wichtigen Fortschritten gewidmet, so daß der in letzter Zeit etwas stiefmütterlich behandelte Lautsprecher wieder zu einem vollwertigen Glied in Übertragungsanlagen zu werden verspricht.

Allgemein gilt der Grundsatz, daß das schwächste Glied einer Kette maßgebend für deren Festigkeit ist. Als schwächstes Glied in der Kette der elektroakustischen Übertragung wurde bisher mit Recht das Umwandlungsorgan von elektrischer Energie in Schall, also der Lautsprecher, angesehen. Praktisch wird dieser Zustand sicherlich noch weiterhin anhalten; wenn man aber die in den folgenden Ausführungen behandelten neuesten Entwicklungen betrachtet, besteht bei bestimmten Spezialanordnungen zumindest die Wahrscheinlichkeit, daß nun andere Glieder der Kette, z. B. die Schallspeichergeräte, trotz des bisher erreichten hohen Standes der Entwicklung, z. B. des Magnetbandverfahrens, dem Wiedergabelautsprecher unterlegen sind, vor allem was nichtlineare Verzerrungen und Dynamikumfang betrifft.

Nachteile heutiger Lautsprecher

Als Grundübel haftet dem Lautsprecher ja die Tatsache an, daß man zur Übertragung eines auch nur einigermaßen breiten Frequenzbandes von der Anwendung eines tief abgestimmten Schwingsystems Gebrauch machen muß, da nur so sich die mit der Frequenz abfallende Bewegungsamplitude gegen den mit der Frequenz ansteigenden Strahlungswiderstand zur Erzielung einer wenigstens theoretisch geraden Frequenzkurve ergänzen kann[1][2]). Daß es ein wirklich „einwelliges" Schwingungsgebilde aus materiellen Baustoffen nicht geben kann, sondern daß oberhalb der tiefsten Eigenresonanz mehr oder weniger harmonische, d. h. als Vielfache der Grundschwingung entstehende Oberwellen auftreten, muß als unvermeidliche Tatsache hingenommen werden. Aus diesem Grunde ist stets ein Gebilde, das zur Erzielung der beabsichtigten geraden Frequenzkurve hoch abgestimmt werden muß, wie dies z. B. beim Kondensatormikrofon der Fall ist, technisch im Vorteil[3]). Man darf daher einem bestechend glatten Frequenzgang z. B. eines über dem Hörbereich abgestimmten kapazitiven Mikrofons viel eher trauen als einer glatt dargestellten Lautsprecherfrequenzkurve, die öfters, als man es für möglich hält, entweder durch kräftiges Wobbeln des Meßtones oder gar durch Übersteuerung der vorhergehenden Anlage (Verstärker oder Transformatoren) oder weiter durch eine zu hoch gewählte Gleitgeschwindigkeit der meist automatisch arbeitenden Tonfrequenzmeßanlage[4]) eine mehr oder weniger absichtliche Verschönerung erfahren hat. Gerade die letzte Ursache ist wenig bekannt und einer genauerenBeachtung wert[5]). Es zeigt sich nämlich, daß einerseits wegen des physikalisch bedingten langsamen Einschwingens der vollen Amplitude an Stellen mit resonanzähnlichem Amplitudenverlauf und andererseits wegen der Trägheit des Anzeigemechanismus neben der zeitlichen Verschiebung der Meßanzeige, die einen Frequenzfehler bedeutet, noch ein erheblicher Amplitudenfehler auftreten kann, der die Spitzen der Frequenzkurve abflacht und Täler ausfüllt.

Abgesehen von diesen meßtechnischen Schwierigkeiten ist die grundsätzliche Frage von Bedeutung, wie man das an sich unvermeidliche Auf und Ab der Lautsprecherfrequenzkurve wegen der „materiell" bedingten Oberwellen weitgehend einebnen kann.

Das naheliegendste Mittel stellt die mechanische starke Dämpfung aller schwingenden Teile dar. Dämpfung bedeutet aber praktisch stets Verluste (abgesehen von der beim Lautsprecherbau bei einigermaßen beherrschbaren Größendimensionen wenig beeinflußbaren und geringen nutzbaren Strahlungsdämpfung), und Verluste bedeuten geringen Wirkungsgrad. Ein bekanntes Mittel, um auf elektrischem Wege, nämlich über den Innenwiderstand des Leistungsverstärkers, beim dynamischen Lautsprecher gleichzeitig die mechanische Dämpfung und auch den Wirkungsgrad zu erhöhen, ist die Erhöhung der magnetischen Feldstärke im Luftspalt, die, auch von rein wirtschaftlichen Gesichtspunkten aus, meist viel weiter getrieben werden sollte, als es heute geschieht[6]). Natürlich sind auch hier praktische Grenzen gesetzt, die in den Herstellungskosten entsprechender Magnetstähle und deren Form und Gewicht begründet sind. Hier setzt nun eine sehr bedeutsame Neuentwicklung an, über deren erste Ausführungsformen schon vor Jahresfrist aus England manches Interessante zu hören war.

Dynamische Lautsprecher ohne Luftspalt

Bekanntlich scheitert eine merkliche Erhöhung der Feldstärke in den üblichen Ringspaltmagneten der dynamischen Lautsprecher an der Unmöglichkeit, den Luftspalt noch weiter zu verengen, da einmal die Drahtquerschnitte der Schwingspule selbst aus Gründen der aufnehmbaren elektrischen Leistung und Kleinhaltung der Stromverluste nicht beliebig dünn gemacht werden können, andererseits aber auch aus Gründen der Betriebssicherheit eine bestimmte Weite des Luftzwischenraumes zwischen der Wicklung innen und außen und den Spaltwänden nicht unterschritten werden darf. Man muß außerdem mit gewissen Herstellungstoleranzen (z. B. des Unrundseins) bei den Schwingspulen rechnen, so daß im allgemeinen Luftzwischenräume von weniger als 0,2 bis 0,3 mm nicht gern gewählt werden. Damit ist aber häufig die Hälfte der gesamten Luftspaltbreite ein technisch völlig verlorener und sogar wirkungsgradmäßig äußerst schädlicher Raum. Da ja der magnetische Widerstand im Magnetkreis gerade in dessen Unterbrechung durch Nichteisenmaterial (z. B. Luft) steckt, könnte man beträchtlich an magnetischer Feldstärke und damit an Wirkungsgrad und Dämpfung gewinnen, wenn die Schwingspule so ausgeführt wird, daß sie ohne Luftzwischenraum im Magnetspalt außen und innen gleitet. Damit dies ohne störende Nebengeräusche geschieht, sind verschiedene Voraussetzungen zu erfüllen. Einmal müssen die aufeinander gleitenden Oberflächen weitgehend glatt sein. Bei der Oberfläche des Luftspalteisens ist dies lediglich eine leicht lösbare mechanische Bearbeitungsfrage; die Kupferwicklung der Schwingspule muß aber in einem geeigneten Material, z. B. auf härtbarer Kunststoffbasis, oder in einen keramikähnlichen Stoff vollständig eingebettet werden, der auf hohe Genauigkeit eingeschliffen werden kann und keine formändernden Alterungserscheinungen sowie einen geeigneten Wärmeausdehnungskoeffizienten aufweisen muß. Außerdem ist ein geeignetes Gleitmittel notwendig. Hier eignen sich z. B. die neuentwickelten Gleitöle auf Siliconbasis vorzüglich, deren Viscosität in weiten Temperaturgrenzen, z. B. von -50^{0} C bis $+150^{0}$ C, kaum veränderlich ist und die gleichzeitig, ähnlich wie gutes Knochenöl, eine hohe Haftfähigkeit aufweisen, also von den überzogenen Oberflächenteilen nicht weglaufen.

So entsteht gemäß Schema in **Bild 1** ein sehr gedrängter Aufbau unter Einsparung der Zentrierspinne, bei dem sich der weitere Vorteil ergibt, daß durch die Nähe des gut wärmeleitfähigen Eisens an der Kupferwicklung und durch die Ölverbindung eine sehr gute Wärmeableitung im Betrieb gewährleistet ist. Man kann außerdem, je nach Art des Einbettungsmaterials, der Schwingspule wesentlich höhere Spitzentemperaturen im Betriebe zumuten und die Belastbarkeitsgrenze des Systems außerhalb gefährlicher Größen halten.

Ein gewisses Gleitgeräusch bei größeren Amplituden des Schwingsystems wird sich zwar nicht ganz vermeiden lassen, wenn das Siliconöl auch hier wieder stark dämpfend wirkt; trotzdem stört dies kaum, da es ja nur in Bewegung auftritt, in den Besprechungspausen aber nicht vorhanden ist. Die Verhältnisse sind hier ähnlich wie z. B. beim Tonfilm, bei dem durch die Klartonblende der transparente und damit rauschende Teil der Tonfilmspur ohne Besprechung praktisch vollkommen abgedeckt ist, oder beim Magnetofonverfahren, bei dem durch die Hochfrequenzmagnetisierung mit ihrem Mittelwert Null ohne tonfrequente Besprechung die Magnetisierung und damit die Körnigkeit der Bandstruktur praktisch ganz zum Verschwinden kommt.

Die erreichten Luftspaltbreiten betragen bei den obengenannten Konstruktionen etwa 0,4 bis 0,5 mm und die erzielten magnetischen Feldstärken bei mäßig gewichtigen Dauermagneten etwa zwischen 20 000 und 25 000 Gauß, so daß mit Lautsprecherwirkungsgraden um 20 % gerechnet werden kann.

Gegengekoppelte dynamische Lautsprecher

Eine andere für die Zukunft vielleicht bedeutsame Entwicklung, die weniger die Vergrößerung des Wirkungsgrades und der Schwingspulendämpfung, als vielmehr die Linearisierung des Bewegungsvorganges bei den großen Amplituden der niedrigen Frequenzen zum Ziel hat und gleichzeitig die lineare wie die nichtlineare Verzerrung sehr klein zu halten gestattet, beruht auf der Einbeziehung des mechanischen Schwingspulensystems in eine elektrische Gegenkopplungsschaltung des vorhergehenden Kraftverstärkers bzw. dessen Endstufe.

[1]) FUNKSCHAU 1948, Nr. 11, Seite 125 und Nr. 12, Seite 147; 1949, Nr. 1, Seite 15 und Nr. 2, Seite 35.
[2]) Fortschr. d. Radiotechnik I, 1950/51, Seite 3.
[3]) Funk und Ton, 1949, Seite 187.
[4]) FUNKSCHAU 1948, Nr. 10, Seite 105.
[5]) ENT, Band 15, 1938, Seite 78.
[6]) FUNKSCHAU 1949, Nr. 6, Seite 97.

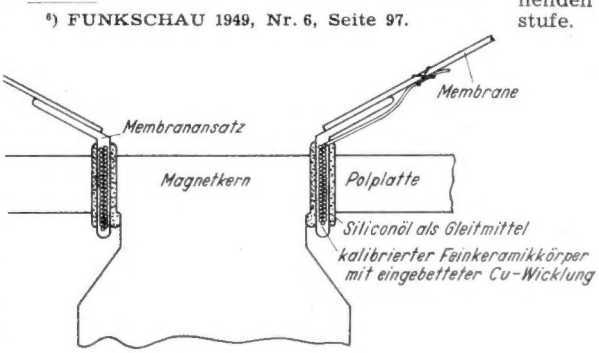


Bild 1. Schema einer dynamisch angetriebenen Lautsprecher-Schwingspule mit Siliconöl als Gleitmittel im extrem engen Magnetspalt

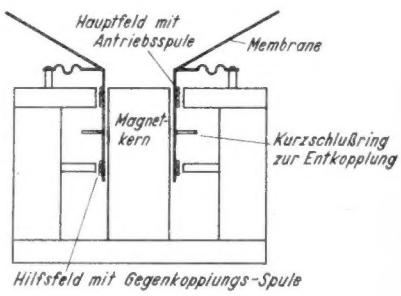


Bild 2. Schema eines elektrisch gegengekoppelten Lautsprecher-Schwingsystems mit zwei entkoppelten Wicklungen auf der Schwingspule

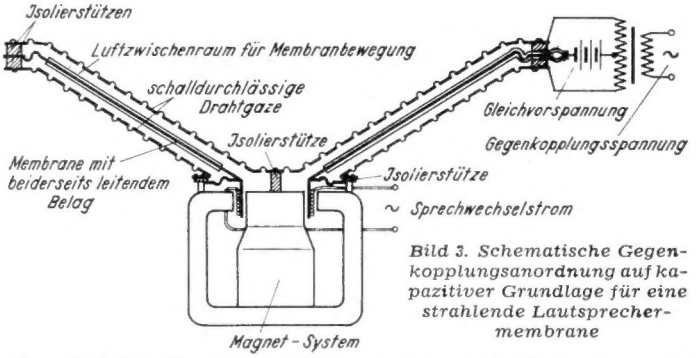


Bild 3. Schematische Gegenkopplungsanordnung auf kapazitiver Grundlage für eine strahlende Lautsprechermembrane

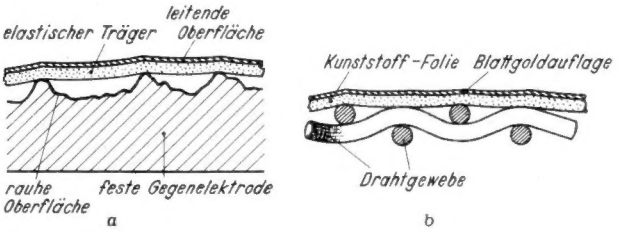


Bild 4.
Grundsätzliche Anordnung (a) und praktische Ausführungsform (b) für ein kapazitives Zweischichten-Vielflächensystem

Ein ähnliches Prinzip liegt dem in letzter Zeit auch in Deutschland verwendeten mechanisch-elektrisch gegengekoppelten Schallplattenschreiber (Poulsen, Kopenhagen) zugrunde, mit dem z. B. hochwertige Magnetbandaufnahmen mit einem Frequenzumfang bis gegen 15 000 Hz ohne Frequenzbandeinengung auf Schallplatten umgeschrieben werden, wobei der Aufzeichnungsklirrfaktor erstaunlich klein gehalten werden kann. Hier wird die in unmittelbarer Nähe der Schneidspitze angeordnete „Tastspule" von den Schneidankerbewegungen induziert und so eine dem Verstärker zuführbare Gegenkopplungsspannung gewonnen.

Über die unerwartet starke räumliche Nichtlinearität der magnetischen Feldstärke in den üblichen Luftspalten der dynamischen Lautsprecher liegen genügend Untersuchungen vor[7]), um die Notwendigkeit einer Linearisierung bei größeren Schwingspulenamplituden zu erhärten; da aber große Amplituden nur bei den tiefen Frequenzen im Lautsprecher auftreten, bei denen die störend hörbaren Grenzverzerrungen bei verhältnismäßig hohen Werten liegen[8]), wird dieser Umstand nur bei sonst sehr hochwertigen Übertragungsanlagen als besonders bekämpfenswert empfunden. Um nun aus der Schwingspulenbewegung selbst eine zur Gegenkopplung im Verstärker heranziehbare, nur von der Bewegung abhängige Induktionsspannung zu gewinnen, muß entweder auf ziemlich kompliziertem schaltungstechnischen Wege die Antriebsspannung in der Wicklung kompensiert werden[9]), oder aber es werden auf dem Schwingspulenkörper gleich zwei voneinander möglichst weitgehend entkoppelte Wicklungen angeordnet[10]), wie dies in **Bild 2** schematisch dargestellt ist. Jede Spule sitzt für sich in einem eigenen Magnetluftspalt, dazwischen ist auf dem Schwingspulenkörper ein Kurzschlußring als besonders wirksames Entkopplungsglied angeordnet.

Es ist natürlich darauf zu achten, daß durch den magnetischen Nebenschluß des Hilfsluftspaltes keine wesentliche Beeinträchtigung des Hauptfeldes eintritt.

Die gute Wirksamkeit der beschriebenen Anordnung nimmt allerdings nach höheren Frequenzen hin ab bzw. geht ganz verloren, weil dann die Schwingspulenkörperbewegung nicht mehr allein verantwortlich für den abgestrahlten Schall ist. Die Membran trägt ja bekanntlich die eigentliche Last der Schallabstrahlung; sie ist aber in sich durchaus nicht starr und nur mit ihrem einen Ende an den Schwingspulenkörper angekoppelt. Membranunterteilungen und sonstige Eigenmächtigkeiten der Membranfläche werden also durch das Vorhandensein der Hilfsspule nicht kontrolliert und können auch nicht in dem gewünschten kompensierenden Sinne ausgeregelt werden.

Nach einem Vorschlag des Verfassers ist es daher zweckmäßig, das wesentliche Abstrahlorgan selbst, nämlich die Membran, zur Gewinnung einer Gegenkopplungsspannung heranzuziehen, womit Nichtlinearitäten der integrierten Gesamtbewegung bekämpft und gleichzeitig die linearen Verzerrungen durch das Zusammenwirken verschiedener, unterteilt schwingender Membranteile und die Einwirkungen der Randeinspannung mit auskompensiert werden können. Für diesen Zweck eignet sich der Natur der Sache gemäß am besten eine kapazitive Methode.

Um auch bei den verhältnismäßig großen Membranauslenkungen der tiefen Frequenzen zusätzliche Nichtlinearitäten in der gewinnbaren Gegenkoppelspannung zu vermeiden, müßte man die Membranfläche beiderseitig durch einen beliebig dünnen und daher nicht merkbar gewichtsbeschwerend wirkenden Belag leitend machen und ihr in Differentialschaltung zwei weitgehend strahlungsdurchlässige Metallgazeflächen gemäß dem Schema in **Bild 3** gegenüberstellen, von denen dann die Gegenkoppelspannung abgenommen werden kann. Zwar ist diese nicht frequenzunabhängig, da ja die Membranamplituden zu hohen Frequenzen zu stark abnehmen, sie müßte also vor der eigentlichen Kompensationsanwendung durch einen z. B. drosselgekoppelten Vorverstärker erst linearisiert werden.

Kondensator-Zusatzlautsprecher für hohe Frequenzen

Als drittes interessantes und der verbreiteten praktischen Anwendung bereits nähergerücktes Konstruktionsprinzip ist die Ausführung eines Kondensator-Zusatzlautsprechers für hohe Frequenzen zu nennen, der nach dem Sellschen Bauprinzip, d. h. mit festem bzw. elastischem Dielektrikum arbeitet. Die eigentliche Entwicklung dieses Zusatz-Hochtonlautsprechers hat im III. physikalischen Institut der Universität Göttingen (Prof. E. Meyer) stattgefunden, wo auch die Anwendung im Überschallgebiet durchgeführt wurde.

Grundsätzlich ist bei dieser Bauform eine elastische hochisolierende Trägerschicht aus Kunststoff, die an der Außenseite einen hauchdünnen leitenden Belag, z. B. aus feinstem Blattgold, trägt, über eine rauhflächige metallische Festelektrode gespannt (**Bild 4a**, stark vergrößert). Durch die vielen herausstehenden Unebenheiten der Auflagefläche entstehen außerordentlich viele, etwas verschieden große, frei überspannte Flächen, bei denen unterhalb des Dielektrikumträgers eine entsprechende Luftschicht als zweites Dielektrikum verbleibt. Beim Anlegen einer der üblichen festen Gleichvorspannung überlagerten Sprechwechselspannung wird durch die elektrostatischen Anziehungskräfte die elastische Membran jeweils etwas in die vertieften Flächenstücke hineingesogen und dann wieder herausgedrückt. Es liegen also sehr viele parallel geschaltete, konphas schwingende kleinste Flächenmembranen vor, die infolge ihrer sehr geringen Ausdehnung, ihrer mechanischen Spannung und der Rückstellkraft der kleinen zwischenliegenden Luftpölsterchen sehr hoch abgestimmt sind, d. h. weit oberhalb des für die Hörwiedergabe interessierenden Bereichs bis etwa 20 000 Hz.

Eine besonders einfach herzustellende Bauform ist in **Bild 4b** gezeigt und wurde in der Folge der Weiterentwicklung als Zusatz-Hochtonlautsprecher im Fürther Grundig-Laboratorium gebaut: eine Art Kaffeesieb aus geflochtenem Draht als metallische Festelektrode ist mit der elastischen Trägerschicht mit Goldblattoberfläche bespannt; die Durchschlagspannung ist so hoch, daß an normalen Endröhren die Anodengleichspannung mit der überlagerten Sprechwechselspannung direkt zum Betrieb benützt werden kann. Eventuelle Durchschläge heilen sich durch Schichtausbrennen ähnlich wie bei den bekannten Metallpapierkondensatoren von selbst aus.

Das gesamte Gebilde stellt also grob gesagt einen hochabgestimmten Kondensator wie das Kondensatormikrofon dar, das auf der niederfrequenten Seite seiner Resonanzkurve betrieben wird und daher, als Lautsprecher verwendet, einen mit steigender Frequenz steigenden Amplitudengang aufweist. Dazu kommt noch, daß durch die vielen parallelliegenden Einzelflächen ein Gruppenstrahler entsteht, der aus lauter einzeln gegen die abgestrahlten Wellenlängen kleinen, im gesamten aber nicht mehr kleinen Fläche besteht und daher infolge seiner Bündelungseigenschaften wiederum einen mit der Frequenz steigenden Gang in der Mittelachse der Gesamtfläche hervorruft. So zeigt die Frequenzkurve, wie dies einem Kondensatorlautsprecher mit hoher Abstimmung entspricht, einen vollständig glatten, weil resonanzfreien Amplitudenverlauf, der aber innerhalb des Hörbereiches stetig ansteigt, bei etwa ebener Gesamtfläche ungefähr mit dem Quadrat der Frequenz. Wird das „Kaffeesieb" zylindrisch gestaltet und dann mit der Kondensatorhaut überzogen, so entsteht ein wenigstens in einer Dimension rundstrahlender Hochtonlautsprecher, bei einem kugelförmigen Drahtnetzträger sogar ein idealer allseitiger Rundstrahler, der noch dazu, wie vorher schon erwähnt, eine vollständig glatte Frequenzkurve in seinem Anwendungsgebiet (von etwa 5 000 bis 20 000 Hz) aufweist. Da gleichzeitig ein sehr guter Wirkungsgrad vorhanden ist, der sich nach den Erfahrungen des Verfassers um und über 10 % bewegt, so steht hier erstmals ein Hochtonlautsprecher mit bisher nicht erreichbaren guten Eigenschaften für die Qualitätswiedergabe zur Verfügung. Es soll nicht verschwiegen werden, daß die Anschaltung, besonders an Gegentakt-Endstufen, einige Komplikationen mit sich bringt und daß es bisher noch nicht gelungen zu sein scheint, Kunststoffolien längerer Lebensdauer zu schaffen, die sich über die erwähnten Kugelnetze spannen lassen. Auch ist ein zeitlich nicht ganz konstanter Wirkungsgrad dieser Anordnungen beobachtet worden, der darauf zurückzuführen ist, daß der Trägerkörper Elektret-Eigenschaften annimmt, d. h. bei länger angewandter Gleichvorspannung eine eigene entgegengesetzte Polarisationsspannung entwickelt und dadurch die Wirkung allmählich beeinträchtigt.

Die bisher besprochenen Neuerungen auf dem Lautsprechergebiet stellen wohl die grundsätzlich interessantesten Entwicklungen der letzten Zeit dar. Daneben findet man, vorzugsweise in den laufenden Patentveröffentlichungen, eine Unzahl als neu bezeichneter Bauformen, die aber bei näherem Zusehen meist wenig Originelles bieten.

Im ganzen scheint die Lautsprechertechnikt einen großen Schritt nach vorn getan zu haben, der ihre neuesten Erzeugnisse als technisch gleich hochstehend mit den übrigen Geräten der fortschrittlichen elektroakustischen Übertragungstechnik erscheinen läßt. Dr. W. Bürck

(Mitteilungen aus dem Laboratorium der Fa. Rohde & Schwarz, München)

[7]) Akustische Zeitschrift 4, 1939, Seite 137.
[8]) RTI-Mitteilungen 7, 1950, Seite 4.
[9]) DRP. 707 538.
[10]) D.P.A. 21a² p 460 B 12. 11. 48/14. 9. 50.

Empfangsstörungen und Rauschabstand bei FM-Empfängern mit Flankengleichrichtung

An die grundsätzlich wichtigen Ausführungen des bekannten Verfassers über „Wirkungsweise und richtige Dimensionierung eines Flankengleichrichters, die in FUNKSCHAU, 1951, Heft 5, Seite 89 erschienen sind und als erster Beitrag zur Klärung verschiedener Probleme des Flankengleichrichters betrachtet werden dürfen, schließt sich jetzt ein ergänzender Artikel an, der u. a. hinsichtlich des Verhaltens von FM-Geräten mit Flankendemodulation bei Empfangsstörungen zu interessanten Ergebnissen kommt.

Über Verzerrungen, die bei der Umwandlung von FM in AM an der Flanke einer Resonanzkurve von beliebig vielen in Serie geschalteten Einzelkreisen auftreten, ist in FUNKSCHAU, 1951, Nr. 5, Seite 89, bereits berichtet worden. Das Ergebnis der dort angestellten Überlegungen war, daß ein Kompromiß zwischen Verstärkung und Verzerrungsfreiheit bei Flankendemodulatoren geschlossen werden muß. Je kleinere Verzerrungen man zuläßt, desto geringer wird auch die erreichbare Verstärkung. Man kann einen solchen Verstärkungsverlust dadurch wieder ausgleichen, daß man besonders steile Röhren verwendet oder die Anzahl der Verstärkerstufen erhöht. Versucht man jedoch solche Maßnahmen durchzuführen, so wird man feststellen müssen, daß die so erreichte größere Lautstärke durch einen erhöhten Störpegel und ein stärkeres Empfängerrauschen erkauft wurde.

Das Verhältnis zwischen Nutz- und Störspannung hängt nämlich von der Steilheit der Resonanzkurve ab. Man sollte deshalb annehmen, daß eine möglichst steile Resonanzkurve am besten für einen Flankengleichrichter geeignet ist. Andererseits folgt jedoch der Verlauf einer Resonanzkurve immer den gleichen physikalischen Gesetzen. Es gibt deshalb eine feste Beziehung zwischen der Flankensteilheit und der Krümmung dieser Kurve. Größere Flankensteilheit verbessert zwar das Verhältnis zwischen Nutz- und Störlautstärke, sie bringt jedoch auch ein Ansteigen der Verzerrungen mit sich.

Wenn man übersehen will, wie die Vorgänge im einzelnen zusammenhängen, muß man sich zunächst grundsätzlich folgendes klar machen:

Flankengleichrichter sind in der Regel so aufgebaut, daß sie keinen Begrenzer besitzen. Die Gleichrichterstrecke kann nur auf Amplitudenschwankungen ansprechen. Ihr werden zunächst Amplitudenschwankungen zugeführt, die aus der Frequenzmodulation durch Modulationsumwandlung abgeleitet wurden, dann aber auch alle aufgenommenen und verstärkten Störspannungen. Die Störspannungen besitzen zum überwiegenden Teil den Charakter einer amplitudenmodulierten Schwingung. Ihre Größe liegt praktisch fest, denn sie ist durch die örtlichen Verhältnisse und durch die im Empfänger erzeugte Rauschspannung gegeben.

Die aus dem FM-Empfang abgeleiteten AM-Schwankungen werden dagegen weitgehend durch den Verlauf der Resonanzkurve und durch den eingestellten Arbeitspunkt bestimmt.

Will man also das Verhältnis von Nutz- zu Störspannung feststellen, so wird man am besten zunächst ermitteln, einem wie großen AM-Modulationsgrad ein bestimmter Frequenzhub gleichwertig ist.

Beispiel für die Ermittlung des gleichwertigen AM-Modulationsgrades

Als Beispiel sollen die Verhältnisse an der Resonanzkurve eines Einzelkreises von 2,5% Dämpfung und 10,7 MHz Resonanzfrequenz **(Bild 1)** untersucht werden. Als Arbeitspunkt sei der Wendepunkt A_1 bei etwa 10,794 MHz gewählt. Stimmt man den Empfänger auf diesen Punkt ab und führt ihm einen Frequenzhub von z. B. ± 75 kHz zu, so wird die Hf-Spannung an diesem Kreis zwischen den Werten U_2 und U_1 (entsprechend den Punkten B und C) schwanken. Um die weiteren Überlegungen zu vereinfachen, sei angenommen, daß die Resonanzkurve in diesem Gebiet geradlinig verläuft; die entsprechenden Werte wären dann also U_4 und U_3 (entsprechend den Punkten B′ und C′). Ein solcher Vorgang ist für die angeschlossene Gleichrichterstrecke gleichwertig mit einer rein amplitudenmodulierten Schwingung, die eine Trägerwelle besitzt, deren Größe dem Punkt A_1 entspricht (β_0) und deren Modulationsgrad beträgt:

$$m = \frac{U_4 - U_3}{U_4 + U_3} \qquad (1)$$

Die Größe der durch den Frequenzhub hervorgerufenen Amplitudenschwankungen wird also betragen:

$$\Delta U = \beta_0 \cdot m = \beta_0 \cdot \frac{U_4 - U_3}{U_4 + U_3} \qquad (2)$$

Bild 1 kann man entnehmen, daß β_0 etwa gleich 0,81 und m = 27,2% ist. Wenn die empfangene Welle also so stark ist, daß bei einer zugeführten Frequenz von 10,7 MHz z. B. 1 V am Abstimmkreis steht, so wird ΔU für den Arbeitspunkt A_1... $0{,}81 \cdot 0{,}272 = 0{,}22$ Volt betragen.

Für FM-Empfang mußte der Empfänger gegen seine Resonanzfrequenz verstimmt werden. Dadurch trat zwar ein AM-Modulationsgrad von m = 27,2% auf, die Wirkung dieses Modulationsgrades wurde jedoch dadurch verkleinert, daß durch die Verstimmung nach A_1 die Verstärkung des Empfängers im Verhältnis $1 : \beta_0$ herabgesetzt wurde. Für Empfangsstörungen, die ein genügend breites Frequenzband besitzen (Krachstörungen, Empfängerrauschen), ist der Empfänger jedoch gar nicht verstimmt. Er arbeitet für diese Störungen vielmehr mit seiner vollen Verstärkung, entsprechend einem Wert von $\beta = 1$.

Das Verhältnis zwischen Nutz- und Störton ist also ungünstiger geworden als bei gleichwertigen Verhältnissen und reiner Amplitudenmodulation. Man sieht das besonders deutlich, wenn man folgende Überlegung anstellt:

Es sei angenommen, daß die am Empfangsort einfallende Trägerspannung 1 : 100 größer ist, als die vorhandenen Störspannungen. Bei 30 % AM ergibt sich dann ein Verhältnis von Nutz- zu Störton von 30 : 1.

Bei FM-Empfang muß man dagegen bedenken, daß unsere UKW-Rundfunksender mit Rücksicht auf die Pre-emphasis bei Frequenzen um 1000 Hz (dieses Gebiet ist bestimmend für den Lautstärkeeindruck) nur bis zu einem Hub von ± 40 oder allerhöchstens ± 45 kHz ausgesteuert werden dürfen. Einem Modulationsgrad von 30 % würde dann also ein Hub von etwa 13 kHz entsprechen. Der Wert von m beträgt dann — entsprechend Gleichung (1) ungefähr 4,7 %. Durch Multiplikation mit β_0 wird der gleichwertige AM-Modulationsgrad jedoch auf 3,8% herabgesetzt. Das Verhältnis von Nutz- zu Störspannung beträgt im FM-Fall also nur noch 3,8 : 1. Das Störverhältnis ist hier für FM also 1 : 7,9 schlechter als für AM. Natürlich bringt die in FM-Empfängern verwendete De-emphasis eine gewisse Besserung dieser Verhältnisse, sie kann jedoch die ursprüngliche Verschlechterung keineswegs voll ausgleichen.

Allgemein gültige Ermittlung des gleichwertigen AM-Modulationsgrades für n in Serie geschaltete Abstimmkreise

Das Beispiel nach Bild 1 zeigt, wie man in einfacher Weise an Hand einer gegebenen Resonanzkurve den gleichwertigen AM-Modulationsgrad grafisch bestimmen kann. Diese Methode ist für Überschlagsrechnungen jedoch zu umständlich. Es soll deshalb in den folgenden Ausführungen ein Verfahren angegeben werden, bei dem man mit Hilfe einer einfachen, allgemein gültigen Formel schneller zum Ziele kommt. Zum besseren Verständnis dieser Formel ist in **Bild 2** nochmals das Gebiet der Resonanzkurve um den Arbeitspunkt vergrößert dargestellt. Als Ordinate wird hier nicht die Frequenz, sondern die normierte Verstimmung x verwendet. Die Resonanzkurve sei in der Nähe des Arbeitspunktes wieder geradlinig angenommen und soll zwischen den Punkten B′ und C′ ausgesteuert werden. Bezeichnet s die Steilheit der Geraden B′ C′, so wird die durch einen Frequenzhub Δf verursachte Spannungsschwankung zwischen A_n und B′ (bzw. C′) offensichtlich betragen:

$$\Delta U = \frac{U_4 - U_3}{2} = s \cdot \Delta f \qquad (3)$$

Die Gerade B′ C′ fällt mit der Tangente an die Resonanzkurve im Arbeitspunkt zusammen. Man kann die Steilheit s also aus der Gleichung der normierten Resonanzkurve — Gleichung (18) in FUNKSCHAU, 1951, Nr. 5, Seite 91 — durch Bildung des ersten Differentialquotienten bestimmen. Für den Punkt x_0 und n Abstimmkreise erhält man auf diese Weise:

$$s = \frac{n \cdot x_0}{\sqrt{\left(1 + x_0^2\right)^{n+2}}} \qquad (4)$$

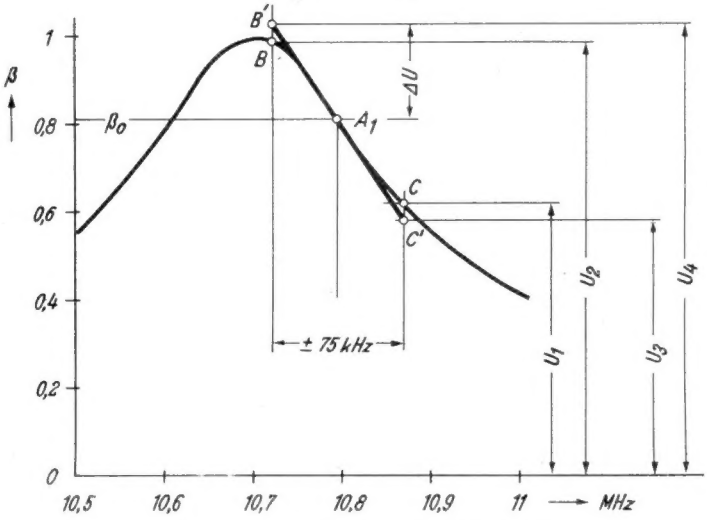


Bild 1. Resonanzkurve eines Einzelkreises

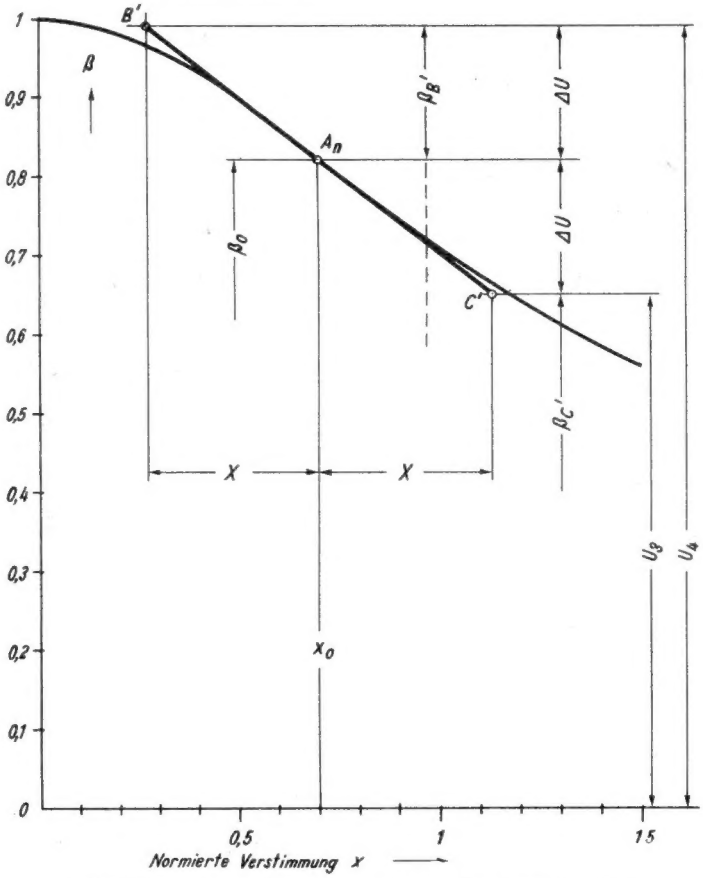


Bild 2. Vergrößerte Darstellung des um den Arbeitspunkt liegenden Resonanzkurvengebietes

Um zu einer allgemein gültigen Lösung zu kommen, haben wir die Resonanzkurve für eine normierte Verstimmung dargestellt. Wenn wir den Frequenzhub in ein richtiges Verhältnis zu dieser Darstellungsart bringen wollen, muß er ebenfalls eine „normierte" Form besitzen. Bezeichnen wir diesen „normierten Frequenzhub" mit X, so gilt:

$$X = \frac{2 \triangle f}{d \cdot f_r} \tag{5}$$

Mit Hilfe der Ausdrücke (4) und (5) können wir dann die Gleichung (3) wie folgt schreiben:

$$\triangle U = \frac{n \cdot x_0}{\sqrt{\left(1 + x_0^2\right)^{n+2}}} \cdot \frac{2 \triangle f}{d \cdot f_r} \tag{6}$$

$\triangle U$ war die Spannungsänderung, die dadurch eintrat, daß die Resonanzkurve vom Arbeitspunkt A_n nach dem Punkt B' ausgesteuert wurde. Entspricht die Hf-Spannung im Punkt A_n dem Wert β_0, so gilt für den Punkt B':

$$\beta_{B'} = \beta_0 + \triangle U \tag{7}$$

Bei gleich großer Aussteuerung der Resonanzkurve in umgekehrter Richtung (also nach dem Punkt C') gilt andererseits:

$$\beta_{C'} = \beta_0 - \triangle U \tag{8}$$

Der AM-Modulationsgrad, der durch Aussteuerung zwischen den Punkten B' und C' auftritt, beträgt also:

$$m = \frac{(\beta_0 + \triangle U) - (\beta_0 - \triangle U)}{(\beta_0 + \triangle U) + (\beta_0 - \triangle U)} \tag{9}$$

Setzt man in diese Gleichung den Wert von $\triangle U$ aus (6) ein, so ergibt sich nach einiger Umformung:

$$m = \frac{n \cdot x_0}{1 + x_0^2} \cdot X \tag{10}$$

Der Wert von m stellt hier den Modulationsgrad dar, mit dem die im Punkt A_n auftretende Hochfrequenzspannung durch den normierten Frequenzhub amplitudenmoduliert wird. Um den mit AM-Empfang gleichwertigen Modulationsgrad zu erhalten, muß man berücksichtigen, daß sich der AM-Empfang in einem Punkt abspielt, wo $\beta = 1$ ist, der FM-Empfang jedoch bei β_0 durchgeführt werden muß.

Einem Hub $\triangle f$ entspricht deshalb im Endergebnis ein tatsächlicher AM-Modulationsgrad:

$$M = \beta_0 \cdot m = \beta_0 \cdot \frac{n \cdot x_0}{1 + x_0^2} \cdot X \tag{11}$$

Für den Wendepunkt A_n gilt:

$$\beta_0 = \frac{1}{\left(1 + x_0^2\right)^n},$$

so daß sich der gleichwertige AM-Modulationsgrad schließlich in folgender Form darstellen läßt:

$$M = \frac{n \cdot x_0}{\left(1 + x_0^2\right)^{n+2}} \cdot X \tag{12}$$

Diese Formel ist für Überschlagsrechnungen geeignet und gibt gute Annäherungswerte an die tatsächlich bestehenden Verhältnisse, wenn die Aussteuerung der Resonanzkurve in erträglichen Grenzen bleibt (bis etwa $K_{f3} = 4\%$). Da (12) den Ausgangspunkt für die anschließenden Überlegungen bildet, soll hier nochmals die Bedeutung der einzelnen Größen zusammengestellt werden. Es bedeuten:

n = Anzahl der in Kaskade geschalteten Abstimmkreise;
x_0 = normierte Verstimmung für den Arbeitspunkt. Wenn dieser mit dem Wendepunkt der Resonanzkurve zusammenfallen soll, so gilt:

$$x_0 = \frac{1}{\sqrt{n+1}}$$

X = Normierter Frequenzhub nach (5).

Auswertung der bisherigen Ergebnisse

Bei näherer Untersuchung der Formel (12) wird man feststellen, daß sich selbst bei kleinen Kreisdämpfungen (also bei steilen Flanken der Resonanzkurve) nur verhältnismäßig kleine gleichwertige AM-Modulationsgrade erzielen lassen.

Verwendet man z. B. Abstimmkreise mit 1% Dämpfung bei 10 MHz Resonanzfrequenz und führt diesen einen Frequenzhub von ± 10 kHz zu, so ergibt sich bei einem Einzelkreis:

$$x_0 = \frac{1}{\sqrt{1+1}} = 0{,}707, \qquad X = \frac{0{,}02}{0{,}01 \cdot 10} = 0{,}2.$$

Nach (12) beträgt ein gleichwertiger AM-Modulationsgrad:

$$M = \frac{1 \cdot 0{,}707}{\sqrt{(1 + 0{,}5)^3}} \cdot 0{,}2 = 7{,}7\%.$$

Verwendet man jedoch drei solche Abstimmkreise und schaltet sie in Kaskade, so gilt analog:

$$x_0 = \frac{1}{\sqrt{3+1}} = 0{,}5, \qquad X = \frac{0{,}02}{0{,}01 \cdot 10} = 0{,}2,$$

$$M = \frac{3 \cdot 0{,}5}{\sqrt{(1 + 0{,}25)^5}} \cdot 0{,}2 = 17{,}2\%.$$

Bei einem maximalen Hub von ± 45 kHz entspricht ein Hub von ± 10 kHz einem Modulationsgrad von 22,2 %. Wie man aus obigem Beispiel sieht, ist also ein Flankengleichrichter mit einem schwach gedämpften Einzelkreis etwa 1 : 3, ein Flankengleichrichter mit drei schwach gedämpften Kreisen immer noch etwa 1 : 1,3 schlechter als ein gleichwertiger AM-Empfänger. Die Störanfälligkeit und das Empfängerrauschen werden also im gleichen Verhältnis schlechter sein als beim Empfang eines gleich starken amplitudenmodulierten Senders.

Nun wird man aber für Flankengleichrichter keine so kleinen Kreisdämpfungen wie 1 % bei 10 MHz verwenden können, da die Verzerrungen bei der Modulationsumwandlung sonst unerträglich groß werden. In FUNKSCHAU, 1951, Nr. 5, wurde bereits angegeben, wo die physikalischen Grenzen liegen. Wendet man die dort zusammengestellten Richtlinien an, so erhält man bei einem Flankengleichrichter, der aus n in Kaskade geschalteten Einzelkreisen aufgebaut ist, folgende Verhältnisse:

Tabelle 1

Kreiszahl	1	2	3	4
Dämpfung des Einzelkreises	2,5 %	3,24 %	3,87 %	4,4 %
Gleichwertiger AM-Modulationsgrad für ± 75 kHz Hub	21,6 %	28,25 %	31,1 %	33 %

Die Kreisdämpfung ist dabei immer so gewählt, daß bei einem Frequenzhub von ± 75 kHz ein Klirrfaktor der Modulationsumwandlung von $K_{f3} = 3{,}5\%$ nicht überschritten wird.

Die in **Tabelle 1** angegebenen gleichwertigen AM-Modulationsgrade beziehen sich auf einen Frequenzhub von ± 75 kHz. Um Angaben zu erhalten, die einem mittleren Modulationsgrad bei AM-Betrieb (30 %) entsprechen, muß man diese Werte mit dem Verhältnis 13 : 75 multiplizieren. Es ergeben sich dann folgende vergleichbare AM-Modulationsgrade, wie sie im praktischen Betrieb auftreten:

Ein Gerät mit Flankengleichrichter wird also bei genügend verzerrungsfreiem Aufbau alle Empfangsstörungen etwa 1 : 5 bis 1 : 8 stärker wiedergeben als ein gleichwertiger Empfänger bei AM-Betrieb. Für Hochleistungsempfänger ist deshalb ein Flankengleichrichter nicht geeignet. Man wird ihn dagegen mit Vorteil überall dort verwenden, wo der gewünschte UKW-Sender genügend stark einfällt, so daß von vornherein ein genügend gutes Verhältnis zwischen Empfangslautstärke und Störungen sichergestellt ist. Im allgemeinen wird das bei einem sonst richtig dimensionierten Empfänger meist der Fall sein, wenn die Empfangsspannung — an den Antennenklemmen des Empfängers gemessen — in der Größenordnung von etwa 1 Millivolt liegt. Es

ist dabei ziemlich gleichgültig, ob der verwendete Empfänger eine große oder eine verhältnismäßig kleine Verstärkung besitzt. Maßgeblich ist das Verhältnis der Nutz- zur Störspannung am Gitter der ersten Empfängerröhre. Jede nachgeschaltete Verstärkung vergrößert beide Spannungen im gleichen Maße.

Tabelle 2

Kreiszahl	1	2	3	4
Gleichwertiger AM-Modulationsgrad für ± 13 kHz Hub	3,75 %	4,74 %	5,4 %	5,72 %

Wenn eine genügend große Empfangsspannung zur Verfügung steht, so empfiehlt es sich, die Abstimmkreise, die zur Flanken-Modulationsumwandlung herangezogen werden, noch stärker zu dämpfen, als oben angegeben wurde. Es sinken dann zwar die Verstärkung des Empfängers und der gleichwertige AM-Modulationsgrad noch weiter ab, als die beiden obenstehenden Tabellen angeben, die Verzerrungsfreiheit steigt jedoch sehr schnell an. Während nämlich der gleichwertige AM-Modulationsgrad (und damit der Störabstand) mit der Kreisdämpfung linear abnimmt, geht der Klirrfaktor quadratisch zurück. Wenn man also die Kreisdämpfungen z. B. gegen die in den obenstehenden Tabellen angegebenen Werte verdoppelt, so steigt zwar das Verhältnis der Störungen zum Empfang auf das Doppelte an, der Klirrfaktor geht jedoch gleichzeitig auf ein Viertel seines ursprünglichen Wertes zurück. Bei unserem Beispiel nach **Tabelle 2** würde sich dann also bei einem Einzelkreis von 5 % Dämpfung zwar ein gleichwertiger AM-Modulationsgrad ergeben, der etwa 1 : 16 schlechter als bei AM-Empfang ist, gleichzeitig würde jedoch der Klirrfaktor der Modulationsumwandlung bei ± 75 kHz Hub unter 1 % zurückgehen. Entsprechend würden vier in Serie geschaltete Einzelkreise mit je 8,8 % Dämpfung bei gleich gutem Klirrfaktor im Störabstand etwa 1 : 10 schlechter als ein AM-Empfänger liegen.

Dabei ist allerdings noch folgendes zu beachten:

1. Der Störabstand wird durch die in FM-Empfängern verwendete De-emphasis wieder verbessert, er ist also nicht ganz so schlecht, wie die hier errechneten Werte angeben.
2. Auf die Verzerrungen in der Gleichrichterstrecke, die an einen Flanken-Modulationswandler angeschlossen ist, wirkt sich der entstehende geringe AM-Modulationsgrad günstig aus. Die Gesamtverzerrungen bei der FM-Gleichrichtung werden hier also wahrscheinlich kleiner als bei entsprechendem AM-Betrieb sein.

Im übrigen sei noch darauf hingewiesen, daß die Verhältnisse bei einem Flankengleichrichter um so günstiger werden, je mehr Abstimmkreise man zur Modulationsumwandlung heranzieht. So zeigt z. B. Tabelle 1, daß bei 3,5 % Klirrfaktor bei einem Einzelkreis und ± 75 kHz Hub ein gleichwertiger AM-Modulationsgrad von 21,6 % zu erwarten ist. Bei vier Kreisen und gleich großem Klirrfaktor läßt sich jedoch ein gleichwertiger AM-Modulationsgrad von 33 % erzielen. Leider zeigt diese Tabelle jedoch auch, daß diese Verbesserung zwischen ein und zwei Kreisen noch 6,25 % beträgt, zwischen zwei und drei Kreisen auf 2,85 % und zwischen drei und vier Kreisen auf 1,9 % absinkt. Es hat also offensichtlich keinen Sinn, eine beliebig große Anzahl von Abstimmkreisen vorzusehen. Man vergrößert dadurch nur den Aufwand und gewinnt letzten Endes sehr wenig. Das wirtschaftliche Optimum dürfte bei drei Abstimmkreisen liegen.

Dipl.-Ing. A. Nowak

Die Messung des Modulationsgrades

Der Modulationsgrad M eines amplitudenmodulierten Senders ist definiert als das Verhältnis der (Spannungs- oder Strom-)Amplituden von modulierter Welle (U_m) zu unmodulierter Trägerwelle (U_t) und wird in Prozent ausgedrückt.

$$M = \frac{U_m}{U_t} \cdot 100\ [\%].$$

Zu seiner Messung bedient man sich zweckmäßig des Katodenstrahloszilloskops.

Die prinzipielle Schaltung zur Abbildung von Schwingungen im Oszillografen ist bekannt. Die modulierte Hochfrequenzenergie wird auf die vertikalen Eingangsbuchsen gegeben. Bei sinusförmiger Modulationsfrequenz benutzt man diese zur Synchronisierung des eingebauten Kippgerätes, während sonst die Netzfrequenz zur Steuerung der waagerechten Ablenkung dient. Bei Messungen im Kurz- und Ultrakurzwellengebiet führt man die Hochfrequenzspannung möglichst direkt an die Ablenkplatten (unter Umgehung des im Oszillografen eingebauten Spannungsteilers) und macht die verbleibende Eingangskapazität durch Anschalten eines auf die Hochfrequenz abgestimmten Schwingkreises unschädlich. Eine „Link-Leitung" dient zur Kopplung zwischen Abstimmkreis und Hochfrequenzquelle. Bei den mit diesem Verfahren erzeugten Hüllkurven ist eine Messung aber schwierig durchzuführen (**Bild 2c** bis **e**).

Um gut meßbare Abbildungen zu erhalten, wird daher die Modulationsspannung zur horizontalen Ablenkung benutzt und damit die Hochfrequenzamplitude in Abhängigkeit von der Modulationsschwingung dargestellt (Schaltung nach **Bild 1**). Die bei beiden Verfahren entstehenden Abbildungen sind in **Bild 2** gegenübergestellt. Jetzt lassen sich die Amplituden nach **Bild 2h** (Modulation kleiner als 100%) direkt mit einem Maßstab messen und vergleichen. Der Modulationsspannung U_m entspricht dabei $\frac{h_1 - h_2}{2}$, der Trägerspannung U_t entspricht $\frac{h_1 + h_2}{2}$; somit ist der Modulationsgrad $M = \frac{h_1 - h_2}{h_1 + h_2} \cdot 100\ [\%]$.

Bild 2i zeigt das für 100%ige Modulation typische Dreieck, dessen Höhe h_1 die doppelte des unmodulierten Trägers in **Bild 2g** ist. Bei Übermodulation steigt diese Höhe weiter an (vgl. auch **Bild 2k**).

Die Versorgung mit Hochfrequenzspannung nach Bild 1 kann entweder vom Senderschwingkreis aus geschehen, wobei man die Modulatorspannung Nf durch einen Spannungsteiler herabsetzen muß oder aber auch vom letzten Zf-Filter eines Superhets (Nachstimmung erforderlich) aus, wobei man Nf als demodulierte Spannung am Ausgangstransformator entsprechend verstärkt abnehmen wird. Steht nur ein Geradeausempfänger zur Verfügung, so wird die erzielbare Spannung wohl nur bei Rundfunksendern, nicht aber bei entfernten Amateursendern genügen, um eine zur Messung ausreichende Amplitude zu erhalten.

Es soll noch kurz bemerkt werden, daß das Oszilloskop auch geeignet ist, Nichtlinearität, also Verzerrungen in der Aussendung aufzuzeigen. Einige typische Fehler sind in **Bild 3** dargestellt.

Modulationsmessungen mit anderen einfachen Verfahren lassen sich nur am Sender selbst durchführen. Bei Heising-Modulation eines in C-Verstärkung arbeitenden Senders wird z. B. angegeben, daß der Modulationsgrad M aus der bekannten Anodenspannung des Senders U_A und der mittels eines statischen Voltmeters an der Modulationsdrossel gemessenen Spannung U_M bestimmt wird zu $M = \frac{U_A}{U_M} \cdot 141{,}4\ [\%]$.

Es ist jedoch besser, die Messungen unmittelbar auf die Hochfrequenzausgangsleistung zu beziehen. Der Anstieg des Antennenstroms bei Einschalten der Modulation ermöglicht keine einwandfreie Messung. Zweckmäßig wird ein Spitzenspannungsmesser verwendet. **Bild 4** zeigt eine passende Schaltung. Zunächst wird der Eingang des Gerätes kurzgeschlossen und das Potentiometer P_1 ganz zurückgedreht (Anzeige 0 im Voltmeter). Mittels P_2 wird der Röhre dann eine solche Vorspannung erteilt, daß das Milliamperemeter gerade keinen Anodenstrom anzeigt. Darauf hebt man den Kurzschluß auf und schließt eine kurze Antenne von solcher Länge an, daß bei Messung der Trägerwelle ein gut ablesbarer Ausschlag U_t entsteht, wenn der Anodenstrom wieder auf den Einsatzpunkt mittels P_1 justiert wird. Nach Einschalten der stetigen Modulationsspannung regelt man die Vorspannung wieder auf den Nullwert des Anodenstroms und bestimmt die Spannung U_m mittels Voltmeter.

Es ist dann $M = \left(\frac{U_m}{U_t} - 1\right) \cdot 100\ [\%]$.

A. Müller

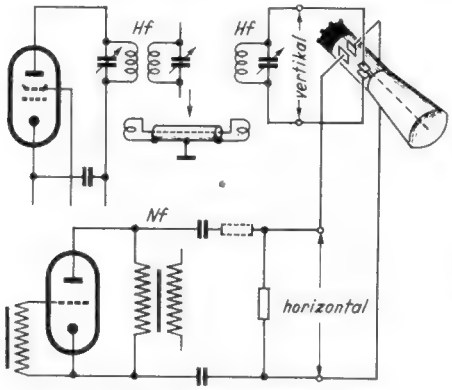


Bild 1. Prinzipanordnung zur Modulationsgradmessung

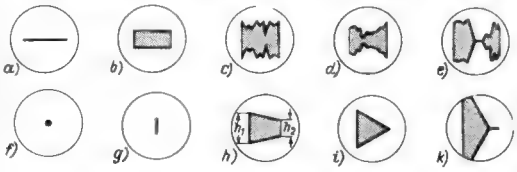


Bild 2. Schirmbilder: a + f = ohne Träger; b + g = nur Träger; c + h unter 100%; d + i = 100%; e + k = über 100%

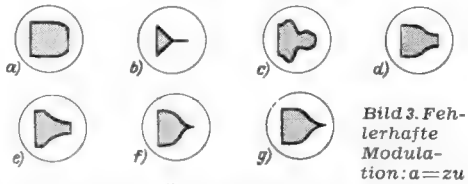


Bild 3. Fehlerhafte Modulation: a = zu wenig Hf; b = Übermodulation; c = unstabile PA; d = Fehlanpassung des Modulators; e = zu viel Hf; f = Übermodlt.; g = PA unterbelastet

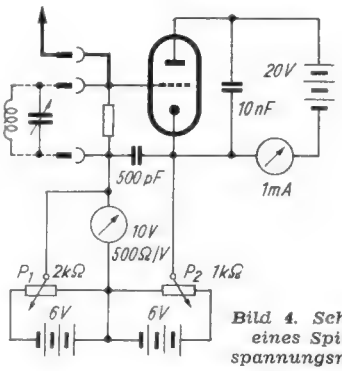


Bild 4. Schaltung eines Spitzenspannungsmessers

Schaltungstechnik des UKW-Bereiches in einfacheren Superhets

Für das erste Entwicklungsstadium des UKW-FM-Rundfunks sind jene AM-FM-Superhets von besonderer Bedeutung, die eine relativ billige Lösung des UKW-Empfangs unter Ausnutzung sämtlicher für AM vorhandenen Röhren bieten. Auf diese Weise wird es möglich, Superhets zu einem Aufpreis von etwa 10 % gegenüber der AM-Ausführung mit UKW-Bereich herauszubringen. Wie verhältnismäßig einfach ein Superhet mit UKW-Empfang ausgestattet werden kann, soll an zwei typischen Beispielen gezeigt werden.

Superprinzip mit Zf-Pendelfrequenz

Um bei Verwendung von nur einer Mischröhre ausreichende Empfindlichkeit zu erzielen, muß man entweder eine Reflexanordnung anwenden oder sich des Pendelprinzips bedienen. Im AEG-Super 40 GWU ist die aus **Bild 1** ersichtliche Schaltung des UKW-Bereichs benutzt worden. Sie zeichnet sich durch Einfachheit, hohe Empfindlichkeit und geringen, zusätzlichen Aufwand aus.

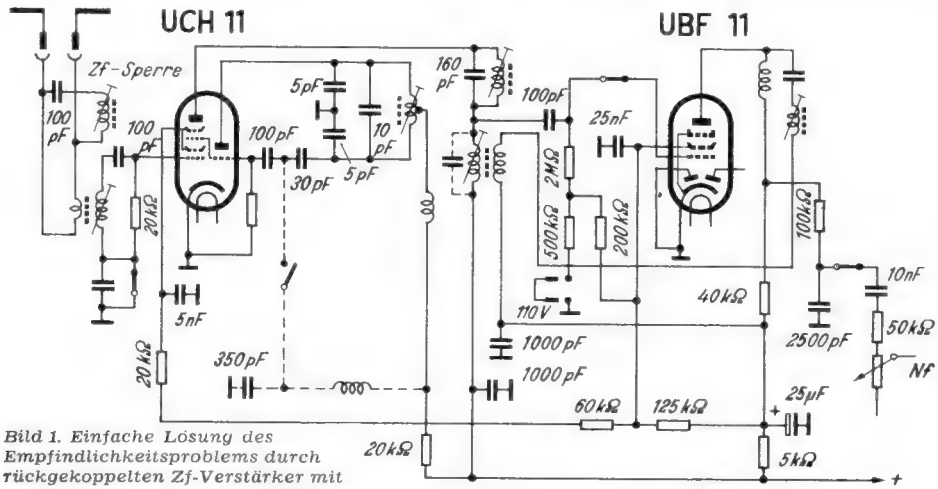


Bild 1. Einfache Lösung des Empfindlichkeitsproblems durch rückgekoppelten Zf-Verstärker mit Pendelfrequenz

Die frequenzmodulierten Schwingungen werden von der Antennenbuchse über eine Ankopplungsspule induktiv auf den Eingangskreis übertragen. Um Eingangsstörungen zu vermeiden, befindet sich parallel zum Eingangskreis ein Zf-Saugkreis. Da der Eingangskreis aus Gründen einfachen Aufbaues auf Bandmitte abgeglichen ist, tritt an den Bandenden ein Empfindlichkeitsabfall von maximal 1 : 1,5 auf. Der Triodenteil der Mischröhre UCH 11 arbeitet mit Rückkopplung über die Röhrenkapazitäten, wobei bemerkenswert ist, daß im Oszillatorteil innerhalb des UKW-Schwingungskreises keinerlei Schaltkontakte vorhanden sind. Die gestrichelten Linien zeigen, daß im Oszillator eine sichere Unterdrückung der UKW-Schwingungen bei MW- und LW-Empfang durch die wesentlich größeren Schwingkreiskapazitäten erfolgt. Die UKW-Abstimmung geschieht mit Hilfe eines Variometers. Durch Verwendung eines Hf-Eisenkernes und eines Aluminiumkernes bleibt die Dämpfung und damit auch die Oszillatoramplitude über den gesamten Abstimmbereich konstant. Nach multiplikativer Mischung im Hexodenteil der Röhre UCH 11 wird die entstandene, frequenzmodulierte Zf dem Zf-Kreis zugeführt, der mit einem Kreis des 473-kHz-Bandfilters in Serie liegt.

Für die Erzeugung der Pendelfrequenz befindet sich im Anodenkreis der Zf-Röhre UBF 11 eine RC-Kombination in Verbindung mit einer Rückkopplung. Um eine sichere Anfachung der Pendelschwingungen zu gewährleisten, wird dem Gitter eine positive Spannung zugeführt, die man bei 110-Volt-Betrieb umschalten muß. Die Pendelfrequenz beträgt 20...35 kHz. Die niedrig liegende Pendelfrequenz, die in jedem Falle unhörbar bleibt, hat den Vorteil, daß keine hohen Anforderungen an die Abschirmung des Oszillatorteiles gestellt werden müssen. Die frequenzmodulierten Schwingungen werden an der Flanke des Zf-Schwingkreises gleichgerichtet, am Anodenwiderstand (40 kΩ) abgenommen und dem Lautstärkeregler über ein De-emphasis-Glied zugeführt.

Superhet mit zwei Zf-Stufen

Der in **Bild 2** gezeigte Schaltungsauszug (AEG-Super 50 WU) läßt einen mit zwei Zf-Stufen ausgestatteten Superhet erkennen. Im Antennenkreis sind zwei Zf-Sperrkreise vorgesehen. Die Antennenspannung gelangt durch induktive Kopplung zum Eingangskreis, der auf Bandmitte abgestimmt ist. Die Mittelanzapfung der Antennenspule führt zur MW-LW-Antennenbuchse, so daß bei Anschalten eines UKW-Dipoles keine weitere Antenne benötigt wird. Der Eingangs-Widerstand beträgt im UKW-Bereich etwa 150 Ω und gestattet den Anschluß aller UKW-Antennenformen zwischen 60 und 300 Ω Wellenwiderstand ohne Umschaltungen vornehmen zu müssen.

Als Oszillator arbeitet der Triodenteil der Röhre ECH 11. Die Rückkopplung wird über die inneren Röhrenkapazitäten erzeugt. Die sich ausbildende Zf (10,7 MHz) gelangt über ein Bandfilter an das Steuergitter der Pentode EF 11. Im Anodenkreis dieser Röhre befindet sich eine Ankopplungsspule, die die verstärkte Zf auf den Gitterkreis der zweiten Zf-Stufe mit der Röhre EBF 11 überträgt. Der Diodenkreis ist induktiv angekoppelt. Die beiden Zf-Bandfilter für 473 kHz und 10,7 MHz liegen in Serie. Die Gleichrichtung geschieht an der Flanke des 10,7-MHz-Kreises. Die erzeugte Nf gelangt, wie üblich, zunächst zum Lautstärkeregler, wobei ein Kondensator von 200 pF den 200-kΩ-Entkopplungswiderstand zu einem De-emphasis-Glied ergänzt. Über das Entkopplungsglied wird die Nf dem Gitter der ersten Zf-Verstärkerstufe zugeführt und in Reflexschaltung verstärkt. Diese Anordnung arbeitet sehr stabil, da der Abstand höchste Nf und UKW-Zf ausreichend groß ist. Es findet keinerlei gegenseitige Beeinflussung statt. Andererseits erfordert der 10,7-MHz-Kanal so niedrig bemessene Entkopplungsglieder, daß eine Benachteiligung der hohen Frequenzen im Nf-Zweig nicht eintritt. d.

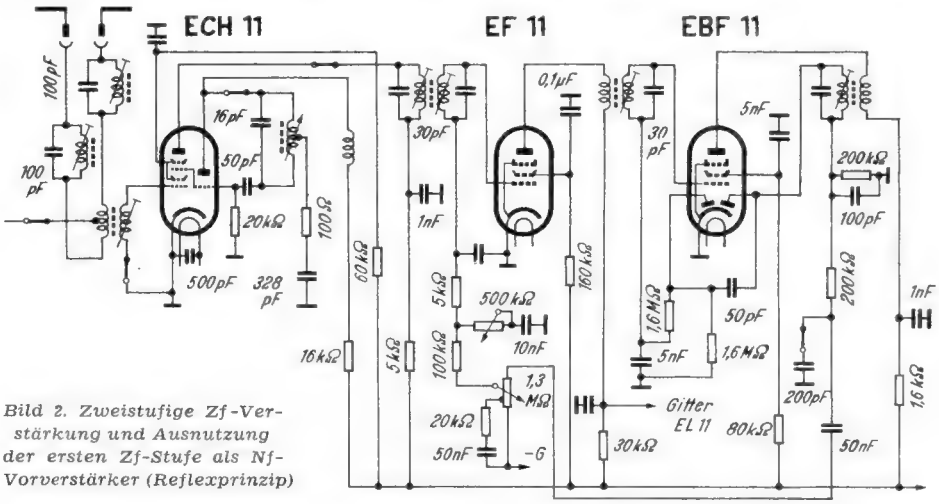


Bild 2. Zweistufige Zf-Verstärkung und Ausnutzung der ersten Zf-Stufe als Nf-Vorverstärker (Reflexprinzip)

Neue UKW-Literatur

UKW-FM-Rundfunk in Theorie und Praxis

Von Herbert G. Mende. Berat. Ingenieur. 64 Seiten mit 35 Bildern und 4 Tabellen. Bd. 3 der Radio-Praktiker-Bücherei. 2. Auflage. Pr. DM 1.20. Franzis-Verlag, München.

Wer sich mit der UKW-Technik befassen möchte, wird ohne eine zuverlässige Einführung in dieses verhältnismäßig komplizierte Gebiet nicht auskommen können. Die vorliegende, in kurzer Zeit schon in 2. Auflage herauskommende Veröffentlichung vermittelt einen guten Überblick über das Wesen und die Technik des UKW-Rundfunks.

Nach einleitenden Ausführungen über die technische Bedeutung des UKW-Rundfunks befaßt sich der Autor mit der Frequenz- und Phasenmodulation und gibt in einer tabellarischen Zusammenstellung einen Überblick über die einzelnen Modulationsverfahren. Weitere Abschnitte sind der UKW-FM-Sende- und Antennentechnik gewidmet. Für den Praktiker, der sich in erster Linie der Empfangstechnik zu widmen hat, bringt das einführende Kapitel über die Bausteine der UKW-Empfangstechnik wichtige Hinweise zur Funktion und Schaltungstechnik von UKW-Empfängern in Geradeaus- und Superhetschaltung, wobei auch auf die Demodulationsstufen ausführlich eingegangen wird. Geschickte Auswahl wichtiger UKW-Einzelfragen und technisch zuverlässige Angaben machen dieses empfehlenswerte Bändchen der RP-Bücherei für jeden Funktechniker lesenswert. d.

Antennen für Rundfunk- und UKW-Empfang

Von Herbert G. Mende. Berat. Ingenieur. 64 Seiten mit 30 Bildern und 7 Tabellen. Bd. 6 der Radio-Praktiker-Bücherei. 2. Auflage. Pr. DM 1.20. Franzis-Verlag, München.

Diese nunmehr in 2. Auflage erscheinende Broschüre hat den Vorzug, daß sie die gebräuchlichsten Antennenformen der Rundfunk-, KW- und UKW-Technik mit ihren wichtigsten technischen Daten und Eigenschaften beschreibt und auch Berechnungsgrundlagen für zweckmäßige Bemessung bietet. Der Verfasser hat sich mit Erfolg bemüht, einen Überblick über das Gesamtgebiet der Antennentechnik in kurzgefaßter Form zu bieten. Zum näheren Verständnis von Sonderfragen gibt ein besonderes Kapitel Aufschluß über theoretische Überlegungen; es geht auf bekannte Antennenbegriffe, wie u. a. Strahlungseigenschaften, Strahlungswiderstand, wirksame Antennenhöhe usw. ein.

Reisesuper »Wochenend«

6-Kreis-4-Röhren-Universalsuper für den Selbstbau

Röhrensatz DK 91 (1 R 5), DF 91 (1 T 4), DAF 91 (1 S 5), DL 92 (3 S 4). — Batterie- oder Netzbetrieb (110, 220 Volt Gleichstrom, 110, 220 Volt Wechselstrom). — Eingebaute Rahmenantenne. — MW-Bereich. — Zf = 470 kHz. — Gewicht etwa 3 kg mit Batterien. — Preis des Einzelteile-Satzes einschl. Koffer, jedoch ohne Batterien und ohne Röhren 113.— DM, Preis des Röhrensatzes 20.— DM bis 30.— DM, Preis des Batteriensatzes 7.— DM bis 11.50 DM. — Abmessungen des Koffergehäuses 270 bzw. 250 mm breit, 195 mm hoch, 95 mm tief.

Der Selbstbau eines leistungsfähigen und in seiner Ausstattung ansprechenden Reisesuperhets scheitert häufig an der Materialfrage. So bereitet die Beschaffung geeigneter Kleinbauteile mit geringem Gewicht und kleinen Abmessungen oft unüberwindliche Schwierigkeiten. Außerdem ist die Gehäusefrage nicht ohne weiteres zu lösen, wenn man in elektrischer und ästhetischer Hinsicht gewisse Anforderungen stellt. Da für den in den folgenden Ausführungen beschriebenen 6-Kreis-4-Röhrensuper „Wochenend" sämtliche Bauteile komplett bezogen werden können, vereinfacht sich der Nachbau wesentlich.

Hf- und Zf-Teil

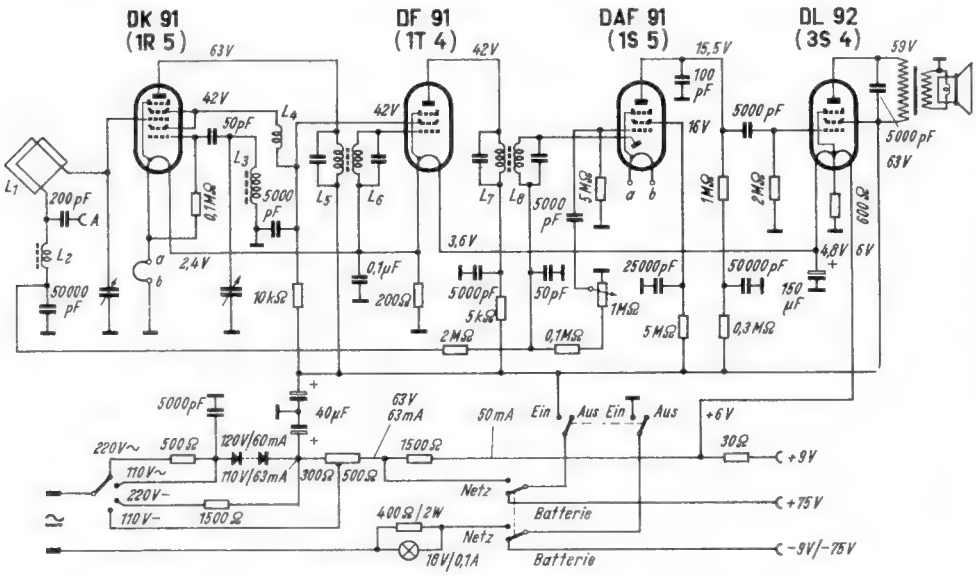
Der Koffersuper verzichtet auf LW- und KW-Empfang und begnügt sich mit einem MW-Bereich. Durch den Wegfall des Wellenschalters und der für andere Bereiche erforderlichen Spulen und Abgleichmittel wird die Schaltung des Vor- und Oszillatorkreises sehr übersichtlich. Die Selbstinduktion des Vorkreises setzt sich aus der Rahmenantenne L_1 (260 µH) und aus der Zusatzwicklung L_2 (35 µH) zusammen. Die Abstimmung geschieht durch einen Spezialdrehkondensator kleinster Abmessungen (35 × 33 × 33 mm), der Kugellagerung und keramische Isolation besitzt. Die Kapazitätswerte und der Plattenschnitt beider Pakete sind verschieden, so daß Gleichlauf ohne den sonst im Oszillatorteil üblichen Serienkondensator erzielt wird. An Stelle der Mischröhre DK 91 läßt sich auch der Röhrentyp 1 R 5 verwenden.

Im Anodenkreis der Mischröhre befindet sich das erste Zf-Bandfilter. Ein weiteres zweikreisiges Zf-Bandfilter ist auf der Ausgangsseite des mit der Pentode DF 91 (bzw. 1 T 4) bestückten Zf-Verstärkers angeordnet. Die Diode der Röhre DAF 91 liefert gleichzeitig Signal- und Regelspannung. Die Schwundautomatik erstreckt sich lediglich auf die Mischstufe, während der Zf-Verstärker nicht geregelt wird.

Nf- und Netzteil

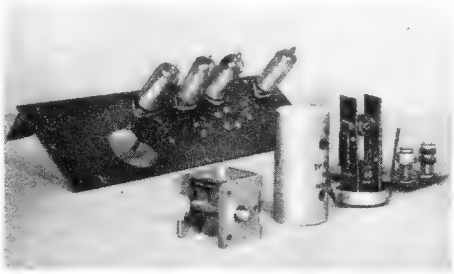
Um ausreichende Empfindlichkeit und Lautstärke zu erhalten, macht der Nf-Teil von einem zweistufigen Verstärker Gebrauch. Das Triodensystem der Röhre DAF 91 dient als Nf-Vorverstärker. Mit der verwendeten Endpentode DL 92 (bzw. 3 S 4) läßt sich eine maximale Ausgangsleistung von etwa 160 mW erzielen, wenn für Batteriebetrieb eine Anodenspannung von 75 Volt zur Verfügung steht. Als Lautsprecher hat sich das bekannte permanentdynamische Wigo-Kleinsystem PM 95 B bewährt.

Die Stromversorgung geschieht bei Batteriebetrieb aus einer 75-Volt-Anodenbatterie (z. B. Pertrix Mikrodyn 1829) und aus zwei in Serie geschalteten Taschenlampenbatterien, die den Heizstrom für die in Reihe liegenden Heizfäden liefern. Die Heizspannung beträgt 9 Volt. Für Netzbetrieb ist ein mit Selengleichrichter bestückter Allstrom-Netzteil vorgesehen. Der vierstufige Netzspannungswähler gestattet, das Gerät auf 110/220 Volt Wechselstrom oder 110/220 Volt Gleichstrom umzuschalten. Da der Netzteil für 110-Volt-Betrieb bemessen ist, wird die überschüssige Netzspannung bei 220-Volt-Betrieb durch Vorwiderstände vernichtet. Um an Gewicht zu sparen, arbeitet die Siebkette ohne Netzdrossel; an Stelle der letzteren wird ein ohmscher Widerstand verwendet. Bei den hohen Kapazitätswerten der in der Siebkette benutzten Elektrolytkondensatoren (2×40 µF) ergibt sich eine für die Praxis völlig ausreichende Siebung. Der Netzteil liefert außer der Anodenspannung gleichzeitig den Heizstrom für die Empfängerröhren, deren Heizfäden auch bei Netzbetrieb in Serie geschaltet sind. Die Umschaltung auf die jeweilige Betriebsart geschieht durch einen zweipoligen Kippumschalter, der Netz- und Batterieteil stets voneinander trennt.



Schaltung des 6-Kreis-4-Röhren Koffersuperhets „Wochenend" für Batterie- und Allstrombetrieb. Hersteller des Bausatzes: Willy Hütter, Nürnberg-O., Mathildenstraße 42

Außenansicht des Reisesuperhets



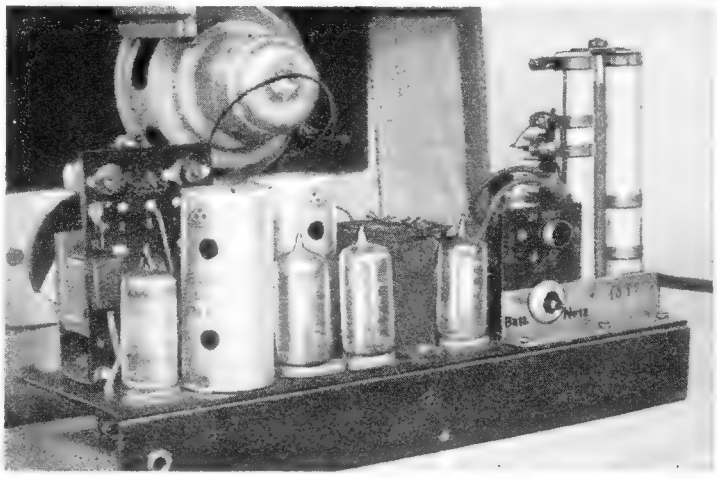
Chassis und wichtige Einzelteile. Vordere Reihe: Kleiner Zweifach-Drehkondensator, Zf-Bandfilter mit abgenommener Abschirmhaube, Spulenaggregat

Batterien und einbaufertige Netzeinheit

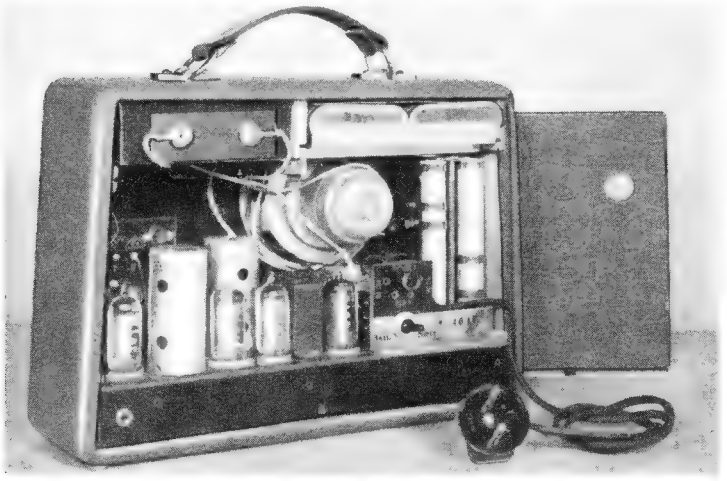
Während aus Gründen der Stromersparnis bei Batteriebetrieb auf eine Skalenbeleuchtung verzichtet wird, ist in der Minusleitung des Netzteiles ein Skalenlämpchen (18 V, 0,1 A) angeordnet, das durch einen 400-Ω-Widerstand überbrückt wird und nur bei Netzbetrieb aufleuchtet. Bei durchgebranntem Skalenlämpchen tritt keine Betriebsunterbrechung ein.

Aufbau

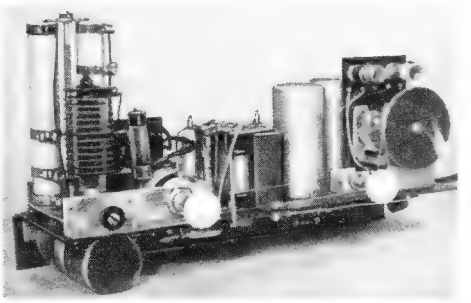
Der Aufbau des Gerätes geschieht auf einem Pertinaxchassis mit den Abmessungen 248 × 76 × 30 mm. Von rückwärts betrachtet befinden sich sämtliche Empfängerröhren an der Kofferrückwand. Die Mischstufe mit der Röhre DK 91, den Drehkondensator, dem Spulenaggregat und dem ersten Zf-Bandfilter hat im linken Teil des Aufbaugestelles Platz gefunden. Daran schließt sich die Zf-Röhre DF 91 mit dem zweiten Zf-Bandfilter. Links und rechts vom Ausgangsübertrager konnten die Röhren DAF 91 und DL 92 untergebracht werden.



Rechts: Das fertig montierte und verdrahtete Chassis zeigt links die Mischstufe mit Spulenaggregat und Drehkondensator. Unterhalb der Mischröhre befindet sich die Buchse zum Anschluß von Zusatzantennen. Der rechts sichtbare Netzteil enthält u. a. den Spannungswähler, der auf einer Hartpapierleiste aufgebaut ist, und darunter den Stromartschalter



Rückansicht des betriebsfertigen Reisesuperhets (Rückwand abgenommen). Die Batterien sind in zwei schmalen Fächern unterhalb des Traggriffes angeordnet. Das Gerät kann jetzt bei herausgezogener Netzschnur nach Betätigen des Stromart-Umschalters am Netz betrieben werden



Vorderansicht mit Drehkondensator-Antrieb

Wie die **Bilder** zeigen, aus denen alle Aufbaueinzelheiten hervorgehen, stellt der Netzteil eine bereits montierte Baugruppe dar, die im rechten Teil des Hartpapier-Chassis untergebracht ist. Sie enthält auf einem kleinen Aluminiumgestell die Drahtwiderstände des Netzteils, den Selengleichrichter und auf einer Hartpapierleiste den Netzspannungswähler und den Stromart-Umschalter. An der Vorderseite dieser Einbaueinheit befindet sich ein Seilröllchen für den Skalenseiltransport.

Die kleinen Abmessungen lassen sich nur durch Verwendung entsprechender Kleinbauteile erzielen. Die in diesem Gerät eingebauten Dreipunkt-Bauteile entsprechen diesen Anforderungen. Die senkrecht zu montierende Spulenplatte mit den Vorkreis- und Oszillatorkreisspulen ist so ausgeführt, daß an ihr der Abstimmkondensator befestigt werden kann. Die Größenverhältnisse der verwendeten Einzelteile gehen deutlich aus einem Vergleich mit den Miniaturröhren hervor.

Koffergehäuse

Zum Bausatz wird ein elegantes Koffergehäuse geliefert, das bereits die Rahmenwicklung, die Lautsprecherbespannung, die Schallwand, den Lautsprecher und die Stationsskala enthält. Unterhalb des Traggriffes befinden sich zwei Fächer zur Aufnahme der Batterien. Die ohne das Lösen von Schrauben leicht zu entfernende Rückwand enthält außer den Entlüftungslöchern einen kleinen Ausschnitt für das Netzkabel, das bei Batteriebetrieb im Koffergehäuse untergebracht werden kann. Nach Abnahme der Rückwand wird der rückwärts in der Netzteil-Baugruppe angeordnete Stromart-Umschalter zugänglich.

Der Zusammenbau des Gesamtgerätes ist in einigen Stunden leicht möglich. Die Einzelteilmontage läßt sich in wenigen Minuten vornehmen. Die Röhrenfassungen sind bereits in das Chassis eingenietet, das ferner alle für die Verdrahtung erforderlichen Nietlötösen enthält. Die Empfindlichkeit des Gerätes ist ausreichend, um auch am Tage ohne zusätzliche Antenne Fernempfang einiger Sender zu gewährleisten.

In den Abendstunden gelingt Fernempfang fast aller hörenswerten Stationen des MW-Bereiches.

Tabelle der Wickeldaten

Spule	Windungen	Draht (mm)	Hf-Eisenkern	Selbstinduktion
L_1 [1])	21	50×0,07	—	260 µH
L_2	42	30×0,05	Gewindekern 8/17	35 µH
L_3	110	0,12	Gewindekern 8/17	180 µH
L_4	60	0,12	Gewindekern 8/17	—
L_5... L_8 [2])	230	70×0,05	Doppel-E-Kern	1,05 mH

[1]) Werte gelten für die im Koffergehäuse eingelegte Rahmenwicklung (Länge einer Windung etwa 93 cm)

[2]) Parallelkapazität = 100 pF

Noch einmal das deutsche Funkstörschutzgesetz

Im Anschluß an den in der FUNKSCHAU 1951, Nr. 4, Seite 83, veröffentlichten Beitrag über „Das deutsche Funkstörschutzgesetz" bringen wir in den folgenden Ausführungen eine Ergänzung über die Auslegung des Begriffes „Hochfrequenz-Geräte".

In einem Aufsatz von A. Dennhardt und K. Sachs, „Elektrizitätswirtschaft", Band 50 (1951), Heft 1, S. 9 bis 11, wird die Auslegung des Begriffs „Hochfrequenz-Geräte" in der „Verwaltungsanweisung des Bundesministeriums für das Post- und Fernmeldewesen" wegen der Ausdehnung auf die in der Gruppe D angegebenen Geräte, die unbeabsichtigt als Nebenwirkung Hochfrequenzschwingungen erzeugen, für unrichtig erklärt. Demgemäß träfen die in unserem obenerwähnten Aufsatz hinsichtlich der Gruppe D gegebenen Erläuterungen ebenfalls nicht zu.

Wir bemerken hierzu folgendes: Das HFG ist unbestritten Bundes- und Berliner-Recht geworden. Daraus, daß die Verwaltungsanweisung des Bundesministers für Post- und Fernmeldewesen sinngemäß als Durchführungsbestimmung auch im Verordnungsblatt für Berlin, also dem amtlichen Gesetzblatt des Berliner Gesamtmagistrats (Senats), veröffentlicht worden ist, darf wohl geschlossen werden, daß die Auslegung des Gesetzes bezüglich der Geräte der Gruppe D von allen gesetzgebenden Stellen als authentisch angesehen wird.

Die „FUNKSCHAU" hat im Interesse ihrer Leser über das seit etwa zwei Jahrzehnten diskutierte Störschutzgesetz als wichtige Neuerung berichtet, es aber nicht für ihre Aufgabe gehalten, zu prüfen, ob die Auslegung eines Staatsgesetzes durch Staatsbehörden richtig oder unrichtig ist. Die Durchführungsbestimmungen dürften jedenfalls so lange Gesetzeskraft haben, bis sie durch eine andere gesetzliche Anordnung abgeändert werden.

Der im Sinne der Vereinigung Deutscher Elektrizitätswerke (VDEW) verfaßte Aufsatz der „Elektrizitätswirtschaft" bemängelt an den Durchführungsbestimmungen, daß insbesondere

1. der Wortlaut des Gesetzes sich nicht auf Geräte beziehe, die unbeabsichtigte Hf-Schwingungen erzeugen;„ Hochfrequenzgeräte" seien nur Geräte, die absichtlich Hf-Schwingungen erzeugen oder verwenden,
2. die Maßnahmen zur Minderung der Störempfindlichkeit der Empfangsanlagen zu wenig beachtet seien,
3. im ganzen gesehen die Regelung der Frage der Hf-Beeinflussung durch die Anlagen der Energieversorgung und der Bundesbahn nicht genügend berücksichtigt worden sei.

Diese Auffassung wird damit begründet, daß

zu 1) das Wort „erzeugen" nach dem herkömmlichen Sprachgebrauch des täglichen Lebens und der Rechtslehre ein bewußtes Wollen voraussetze, also eine zielgerichtete Tätigkeit erfordere; daß ferner die Beifügung eines Vorwortes zu einem Begriff stets die gewollte Zweckbestimmung des betreffenden Gerätes andeute: Z. B. würde niemand einen Ventilator als Staubsauger bezeichnen, obwohl er mit der Luft zugleich Staub transportiere oder, daß ein Motor kein Schallgerät sei, obwohl bei seinem Betrieb Schallenergie erzeugt (hier gebrauchen die Verfasser selbst das Wort „erzeugt"!) wird. Wenn die Herren Dennhardt und Sachs sich hier auf den Sprachgebrauch berufen, so ist dazu zu sagen, daß die rein etymologische Bedeutung des Wortes „erzeugen" sich sowohl im täglichen Leben als auch im Rechtssinne mindestens ebenso oft auf ungewolltes „Erzeugen" beziehen kann. Hinsichtlich der übrigen Beispiele treffen natürlich, wenn man sie nicht als reine Wortbeispiele betrachten will, die Angaben der Verfasser zu mit der Einschränkung, daß Ventilator und Motor eindeutig eine bestimmte Funktion kennzeichnen, während „Hochfrequenz-Gerät" einen Sammelbegriff von Geräten umfaßt, die mit Hf arbeiten. Die Tatsache aber, daß beim Betrieb der Geräte der Gruppe D störfähige Hochfrequenz entstehen kann, ist unbestreitbar. Da ferner die Definition dieser Geräte als Hf-Geräte gesetzlich festgelegt ist, muß die Allgemeinheit eben damit rechnen.

Zu 2) zweckentsprechende Anforderungen an die Empfänger oder Empfehlungen der für die einzelnen Feldstärkengebiete am besten geeigneten Antennenformen fehlen.

Zwar enthält die Verwaltungsanweisung des Bundesministers im Abschnitt II, 4 und IX, 2 ausdrücklich Hinweise zur Überprüfung der Betriebsantenne der gestörten Empfangsanlage und der Empfangsanlage selbst, ob deren Aufbau den billigerweise zu stellenden technischen Anforderungen entspricht. Erst wenn der Besitzer der gestörten Anlage deren mangelhaften Aufbau verbessert hat und die Störung trotzdem andauert, muß der Störgerätbesitzer seine Anlage entstören. Freilich dürfte es bei der Verschiedenheit der jeweiligen örtlichen Verhältnisse für die Anforderungen an die Empfänger oder die bestgeeigneten Antennenformen noch keine allgemein gültigen Rezepte geben; vielmehr wird die günstigste Regelung sich wohl nur im Einzelfalle ergeben, wie es in den Durchführungsbestimmungen ja auch vorgesehen ist.

Zu 3) der Bundeswirtschaftsminister und die Hauptverwaltung Eisenbahn den ihnen zur Stellungnahme vorgelegten Entwurf als unbedenklich erachtet hätten, weil sie „eingedenk des herkömmlichen, juristischen und technischen Sprachgebrauchs" unter „Hochfrequenzgeräten" nur solche Geräte verständen, die absichtlich Hf-Ströme erzeugen oder verwenden.

Ohne Kenntnis der amtlichen Diskussionsberichte über die damaligen Verhandlungen läßt sich nicht feststellen, ob der angegebene Wortlaut den genannten behördlichen Stellen oder nur der gutgläubigen Überzeugung der Herren D. und S. entstammt. Die Herren Verfasser würden dieser Behauptung überzeugenden Nachdruck verleihen, wenn sie die maßgebenden Herren aus Ministerium und Eisenbahn als „Kronzeugen" zitieren könnten. Dann müßte doch aber bei dieser Gelegenheit vor der Genehmigung des Gesetzes unbedingt auch über die das Gros aller Störgeräte ausmachenden Geräte der Gruppe D gesprochen worden sein, und der bloße Zusatz des Wortes „absichtlich" hätte alle künftigen Zweifel ausgeschlossen.

Im Zusammenhang mit allen diesen Fragen wird noch auf die Arbeit von F. Carqué „Funkentstörung und Elektroindustrie" in der ETZ, Bd. 72 (1951), Heft 1, Seite 7 bis 9, verwiesen, in der es u. a. heißt: ... . Die Ursachen der ungewollten funkstörenden Nebenwirkungen sind geklärt; sie können meßtechnisch mit ausreichender Genauigkeit — wenigstens bis 20 MHz — erfaßt werden ..." (das sind die Funkstörspannungen, die nach der Verwaltungsanweisung an Leitungen des Funkstörers, der gestörten Funkempfangsanlage oder an Sekundärstörungsträgern gemessen werden).

Funktechnische Arbeitsblätter

Glimmlampen in der Funktechnik

DK 621.327.4

Rö 51

4 Blätter

Infolge ihrer einfachen Schaltungstechnik und des niedrigen Preises haben Glimmlampen sehr weitgehend in der Funktechnik Anwendung finden können. (Die Spannungsstabilisierung mit Glimmlampen wird in den Funktechn. Arbeitsblättern Re 11 behandelt.)

Aufbau der Glimmlampe

Der Glaskolben ist mit einem verdünnten Gas (meist Edelgas Neon, Argon, manchmal auch Metalldampf) gefüllt; er enthält ferner die zweckentsprechend geformten Elektroden, die einen bestimmten, meist kleinen Abstand voneinander haben. Ein zum Betrieb notwendiger Vorwiderstand ist oft mit im Sockel untergebracht. Die Katode ist kalt (keine Heizleistung erforderlich).

Mechanismus der Glimmentladung

Die Vorgänge bei der Glimmentladung sind verwickelter als diejenigen bei der Hochvakuumentladung. **Stromträger in der Gasentladung sind freie Elektronen und positive Ionen.**

Unselbständige Entladung: Die Trägerbildung geschieht durch fortlaufende Neuzuführung von Strahlung (z. B. Fotozelle) oder durch Heizleistung (Glühkatodenröhre).

Selbständige Entladung: Die Trägerbildung im Gas und an der Katode geschieht durch das Feld im Entladungsraum selbst, ohne dauernde Einwirkung äußerer Strahlung. In der Glimmröhre findet bei genügend hoher Elektrodenspannung eine selbständige Entladung bei kalter Kathode statt, wobei in großen Zügen folgendes geschieht: Im Entladungsraum sind immer einige wenige Ladungsträger (Elektronen und Ionen) vorhanden (Ursache: natürliche Strahlung). Sie werden durch das elektrische Feld zwischen den Elektroden beschleunigt, die Elektronen fliegen zur Anode und die positiven Ionen zur Katode. Die Elektronen bekommen eine so große Geschwindigkeit, daß sie unterwegs in der Lage sind, aus neutralen Gasatomen neue Elektronen abzuspalten, wenn die Spannung an den Elektroden mindestens gleich der „Ionisierungsspannung" ist. Die Größe dieser Ionisierungsspannung hängt hauptsächlich von der Gasart ab. Hierbei bleiben neue Ionen übrig, die ebenfalls zur Katode fliegen. Die Ionen schlagen beim Aufprall auf die Katode wiederum Elektronen aus ihr heraus, die nun auch unter dem Einfluß des Feldes zur Anode fliegen und unterwegs neutrale Gasatome ionisieren usw. Diese Vorgänge vervielfachen sich schnell, bis der Strom lawinenartig anwächst, **die Entladung hat gezündet.** In diesem Augenblick wird der Spannungsabfall an der Entladungsstrecke kleiner (**Brennspannung:** notwendig zur Aufrechterhaltung der Entladung. **Zündspannung:** notwendig zur Einleitung der Entladung). Da die Ionisation durch Stoß erfolgt, spricht man von **„Stoßionisation"**. Nicht alle Ionen im Entladungsraum fliegen zur Katode, denn im Entladungsraum selbst besteht die Möglichkeit einer Wiedervereinigung von Elektronen und Ionen zu neutralen Gasatomen (Rekombination, Entelektronisierung).
Bei weiterer Stromerhöhung geht die Glimmentladung in eine Lichtbogenentladung über; die Entladung zieht sich auf immer kleineren Querschnitt auf der Katode zusammen (Stromdichte einige 1000 A/cm²). Eine normale Glimmlampe wird hierbei zerstört.

Unbehinderte Glimmentladung — behinderte Glimmentladung

Zur Aufrechterhaltung einer normalen, **unbehinderten** Glimmentladung ist es erforderlich, daß von der zur Katode zurückkehrenden Ionenwolke, die aus **einem** aus der Katode herausgelösten Elektron hervorgerufen wurde, wieder **mindestens ein** Elektron herausgelöst wird. Ist diese Bedingung nicht erfüllt, so haben wir die **behinderte Glimmentladung.**

Zonen des Glimmlichtes

Sowohl bei der Ionisierung als auch bei der Rekombination wird Energie frei in Form sichtbarer Strahlung. Die Zonen, in denen solche Vorgänge auftreten, sind also durch Leuchterscheinungen kenntlich; dabei hängt die Leuchtstärke von der Größe des elektrischen Feldes (Beschleunigung der Elektronen) ab. Die Leuchtstärke durchläuft in Abhängigkeit von der Beschleunigungsfeldstärke ein Optimum, d. h. bei größerer Feldstärke nimmt sie wieder ab. Die Strahlung ist nicht einwellig, sondern es entsteht ein Mischlicht, das sich aus genau definierten, von der Gasart bestimmten Frequenzen zusammensetzt.
Wir unterscheiden folgende Zonen (Bild 1):

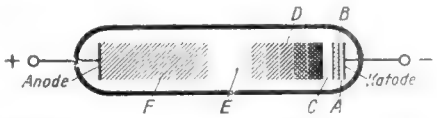


Bild 1. Glimmzonen einer vollständigen Glimmentladung

A. **Astonscher Dunkelraum**
Die Elektronengeschwindigkeit reicht hier noch nicht zur Ionisation aus.

B. **Katoden-Glimmhaut** (erste Katodenschicht)
Zone schwacher Leuchtintensität, in welcher die Elektronengeschwindigkeit zur Leuchtanregung ausreicht.

C. **Hittorfscher Dunkelraum**
Fast unsichtbar leuchtende Zone mit größerer als für Leuchtanregung optimaler Elektronengeschwindigkeit.

D. **Katoden-Glimmlicht (negatives Glimmlicht)**
Elektronengeschwindigkeit für Leuchtanregung optimal. **Glimmsaum:** Katodenseitige sehr helle Begrenzung des Katodenglimmlichtes. Abnahme der Leuchtstärke zur Anode hin.

E. **Faradayscher Dunkelraum**
Fast unsichtbar leuchtende Zone. Die Elektronen haben im Raum D so viel an Geschwindigkeit eingebüßt, daß kaum mehr Ionisation stattfindet.

F. **Positive Glimmsäule**
Beim Durchlaufen des Dunkelraumes E haben die Elektronen wieder an Geschwindigkeit gewonnen; im Gebiet F kommt es nur ganz unregelmäßig zur Ionisation. Das ganze Gebiet der positiven Säule leuchtet in gleichförmiger Stärke. Die positive Säule kann aber unter Umständen auch in viele einzelne Leuchtschichten mit gleichmäßigen Abständen aufgeteilt sein.
Das Katodenglimmlicht hat eine höhere Frequenz als das Anodenglimmlicht, da in der Umgebung der Katode die Spannung am größten ist. Bei Stickstoff ist z. B. das Glimmlicht an der Anode gelbrot, an der Katode blau.

Spannungsverteilung innerhalb der Glimmröhre

Die Spannungsverteilung in der Glimmröhre ist vor und nach der Zündung grundsätzlich verschieden.
$U < U_z$: Die Spannung ist eine lineare Funktion des Abstandes a von der Katode. Die Feldstärke ist über die ganze Länge konstant (Bild 2 A).

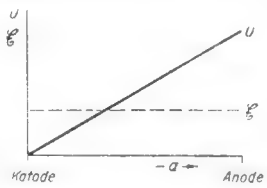


Bild 2 A. Spannungsverteilung und Feldstärke in der Glimmröhre vor der Zündung

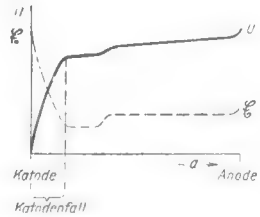


Bild 2 B. Spannungsverteilung und Feldstärke in der Glimmröhre nach der Zündung

$U > U_z$: Die starke Anhäufung positiver Ionen vor der Katode erzeugt hier ein großes Potentialgefälle. Diese Spannung heißt **Katodenfall**. Sie ist nur abhängig von Gasart und Katodenmaterial, nicht von Druck und Elektrodenform (z. B. Gas: Neon, Katode: Kalium = 68 V. Gas: Argon, Katode: Barium = 93 V). In den Gebieten, in denen die I/U-Linie gerade verläuft (Feldstärke konstant), gleichen sich positive und negative Ladungsträger aus. Nur hier tritt Glimmlicht auf (Bild 2 B).

Glimmröhre mit nur negativem Glimmlicht

Die positive Säule wird in Glimmröhren für Beleuchtungszwecke praktisch ausgenutzt (Leuchtröhren).
Die in der Funktechnik verwendeten Glimmlampen nutzen nur das Katodenglimmlicht (Zone D) aus. Zur Unterdrükkung der positiven Säule wird die Anode in den Faradayschen Dunkelraum vorverlegt, d. h. der Elektrodenabstand wird verringert. Diese Vorverlegung darf nur bis zum Glimmsaum erfolgen, da sonst das Glimmlicht erlischt. Die Zündspannung ist nicht viel größer als der Katodenfall. Der Elektrodenabstand beträgt im Mittel 2 mm, der Gasdruck etwa 10 Torr.

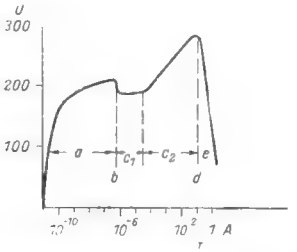


Bild 3. Strom-Spannungskennlinie einer Glimmentladung. Strommaßstab logarithmisch

Bild 3 zeigt den Strom-Spannungsverlauf in einer Glimmlampe schematisch. Bei stetiger Steigerung des Stromes unterscheiden wir folgende Gebiete:

a) Dunkler Vorstrom oder **Townsend-Entladung**
Der Strom reicht noch nicht aus zur lawinenartigen Stoßionisation, Glimmlicht tritt nicht auf.

b) **Zündung**
Einsetzen der lawinenartigen Stoßionisation, Auftreten des Glimmlichtes, die Zündspannung bricht auf die Brennspannung zusammen.

c) 1. **Glimmentladung, normaler Katodenfall**
Der Strom ist klein, nur ein Teil der Katode ist mit Glimmlicht bedeckt. Bei steigendem Strom vergrößert sich die Lichtfläche, die Stromdichte (Elektronenzahl je Flächeneinheit) bleibt konstant, der Katodenfall unverändert (Hehlsches Gesetz). Bei dem verkleinerten Entladungsquerschnitt ist jedoch ein Aufrechterhalten des Stromes nur möglich, wenn die Spannung zwischen den Elektroden höher wird als der Katodenfall; sie wird um so höher, je geringer der Strom wird. Ansteigen der Spannung bei abnehmendem Strom bedeutet jedoch **negativen Innenwiderstand.** Wenn der Spannungsbedarf der Glimmlampe höher ist als die EMK der Spannungsquelle, erlischt sie. Bei konstanter EMK der Spannungsquelle erlischt die Glimmentladung, wenn der Vorschaltwiderstand zur Glimmlampe größer wird als deren negativer Innenwiderstand.

$R_i + R_a \leq 0$

(Kaufmannsche Löschbedingung).

c) 2. **Glimmentladung, anomaler Katodenfall**
Steigert man den Strom weiter, so nimmt nunmehr die Stromdichte (sowie die Ionendichte) und damit die Leuchtintensität zu. Der Katodenfall wird größer. Der Strom verläuft annähernd linear mit der Spannung.

d) **Zündung der Bogenentladung.**

e) **Bogenentladung**
Sehr hohe Stromdichte bei kleinem Entladungsquerschnitt. Katodenfall etwa gleich der Ionisierungsspannung.
Der Kennlinienverlauf hängt stark ab von Gasfüllung, Elektrodenmaterial und -form sowie von Abstand und Oberflächenbeschaffenheit der Elektroden. Auch in der Serienfabrikation gelingt es kaum, zwei Glimmlampen mit genau gleicher Kennlinie zu bauen. Eine direkte Parallelschaltung zweier Glimmlampen ist daher nicht möglich, ohne daß Gefahr besteht, eine der beiden zu überlasten.

Innenwiderstand Ri der Glimmröhre

Er gibt den Wert $\frac{dU}{dI}$ an und stellt somit den Widerstand dar, den die Glimmlampe Stromschwankungen entgegensetzt, ganz analog zur Hochvakuumröhre.
Er darf nicht mit dem Gleichstromwiderstand verwechselt werden.

Besondere Spannungswerte

Zündspannung U_z ist die Spannung, bei der die Glimmentladung zündet. Strom steigt sprunghaft an, Glimmlicht wird sichtbar. Zündspannung ist abhängig von der Gasart und dem Elektrodenmaterial sowie bei ein und derselben Röhre von der Temperatur, evtl. radioaktiver Bestrahlung, Wandaufladungen usw. (Anzahl der freien Elektronen). Schwankungen etwa $\pm 3 \ldots 5\%$.
Wesentlich konstantere Zündspannungen erhält man, wenn man die Glühlampe in möglichst kurzen Zeitabständen zum Zünden und Löschen bringt (Wechselspannungsbetrieb). Bei Wechselspannungsbetrieb ist der Spitzenwert der Wechselspannung für die Zündung maßgebend. Im Effektivwert ausgedrückt, ist die Zündspannung bei Wechselspannungsbetrieb um den Faktor 0,7 kleiner ($U_{z_{eff}} = 0{,}7\, U_{z=}$). Die Zündspannung liegt um so niedriger, je elektropositiver das Katodenmaterial ist. Überzug der Elektroden mit einem elektropositiven Material ergibt also Verkleinerung der Zündspannung, z. B. Eisen allein $U_z = 160 \ldots 180$ Volt, Eisen mit geeigneter Alkali- oder Oxydoberfläche $U_z = 100$ Volt.
Brennspannung U_B ist die Spannung, die sich unmittelbar nach der Zündung an den Elektroden einstellt (bei Betrieb mit Vorwiderstand). Die Brennspannung nimmt bereits nach kurzem Dauerbetrieb einen konstanten Wert an (Stabilisator).
Löschspannung U_L. Da der Gasraum ionisiert ist, ist die Spannung, bei der die Glimmröhre erlischt (U_L), wenn die Spannung wieder heruntergesetzt wird, kleiner als die Zündspannung. Die Differenz $U_z - U_L$ hängt ab von Gasdruck und Elektrodenform und beträgt etwa $0{,}05 \cdot U_z$ bis $0{,}1 \cdot U_z$.
Bei Frequenzen > 10 MHz wird die Elektronenlaufzeit größer als die Schwingungsdauer, und das dadurch hervorgerufene Hin- und Herpendeln der Elektronen bewirkt eine sehr kräftige Ionisierung auch bei kurzen Weglängen. **Infolgedessen sinkt die Zündspannung bei hohen Frequenzen.**
Trägheit der Glimmentladung. Infolge der Beteiligung schwerer Ionen am Stromtransport ist die Glimmentladung träger als die Hochvakuumentladung. Zeitverzug für den Aufbau der Entladung etwa 10^{-6} sec, für das Erlöschen etwa 10^{-5} bis 10^{-4} sec. Daher werden Leuchterscheinungen bis etwa 10^{-5} sec praktisch trägheitslos wiedergegeben.

Anwendungsmöglichkeiten für Glimmlampen mit negativem Glimmlicht

Auf Grund der vorstehend beschriebenen Eigenschaften:

1. geringe Trägheit,
2. Nichtlinearität der I/U-Kennlinie, Innenwiderstand negativ im Gebiet kleiner Ströme, Innenwiderstand äußerst klein im Gebiet zwischen normalem und anomalem Katodenfall,
3. kritische Spannungswerte,
4. Verhalten des Glimmlichtes beim normalen und anomalen Katodenfall

ergeben sich sehr vielseitige Anwendungsmöglichkeiten, für die eine ganze Anzahl Spezialtypen hergestellt werden, deren Aufbau dem jeweiligen Verwendungszweck besonders angepaßt ist.

A. Glimmlampen für Beleuchtungszwecke

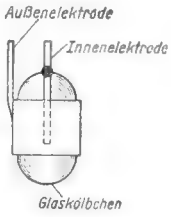
Das Anwendungsgebiet wird hier nicht vollständig behandelt. Jedoch sei als bekanntester Vertreter dieser Kategorie die **Bienenkorbglimmlampe** erwähnt, die auch gelegentlich für Signalzwecke in der Funktechnik verwendet wird. Vorschaltwiderstand ist im Sockel eingebaut (etwa 4000 Ohm für 220 V-Type, etwa 1500 Ohm für 110-V-Type). Für große Leuchtstärken sind Glimmröhren mit positiver Säule im Gebrauch, da die Leuchtdichte in der positiven Säule um etwa eine Größenordnug höher liegt, als die des negativen Glimmlichtes. Aufbringung fluoreszierender Wandschichten bewirkt Ausnützung des unsichtbaren Spektrum-Anteiles des Glimmlichts und damit höheren Wirkungsgrad.

Nachdruck verboten!

B. Signalglimmlampen

Glimmlicht ist auf kleiner Fläche (kleine Elektroden!) zusammengedrängt, da Sichtbarkeit nicht von der absoluten Helligkeit, sondern von der Flächenhelligkeit abhängt. Auf diese Weise wird bei geringstem Leistungsaufwand größte Sichtbarkeit erreicht.
Vorschaltwiderstände bei Signallampen meist im Sockel. Kleinstglimmlampen für Wechselstrom, bei denen eine Elektrode außerhalb des Glaskolbens untergebracht ist, benötigen keinen Vorschaltwiderstand (Bild 4). Leistungsverbrauch von Signalglimmlampen 0,05 bis 0,2 Watt je nach Größe.
Nur Ausnützung des negativen Glimmlichtes.

Bild 4. Kleinstglimmlampe für Wechselstrom



Schaltungsbeispiele

Bild 5. Anzeige „Ein — Aus"
Wenn Vorwiderstand nicht im Sockel, berechnen nach

$$R_v = \frac{U_0 - U_B}{I}$$

U_0 = Netzspannung (V)
U_B = Brennspannung in (V)
I = zulässiger Strom in A
R_v = Vorwiderstand in Ohm

Bild 5. Signalglimmlampe als Einschaltkontrolle

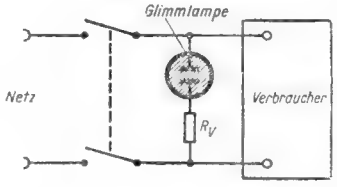


Bild 6. Sicherungskontrolle
Sicherung 1 defekt, wenn Lampe 1 erloschen. Parallelwiderstände 100 kΩ bei Wechselstrom erforderlich, wenn Sicherungen durch langen Leitungsweg kapazitiv überbrückt sind. Andernfalls leuchten Glimmlampen schwach weiter.

Bild 6. Sicherungskontrolle mit Signalglimmlampen

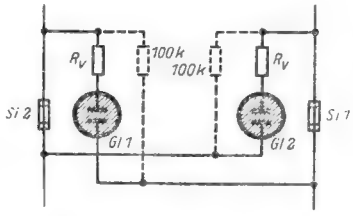


Bild 7. Polprüfung, Spannungsprüfung
Bei Gleichstrom ist nur die Katode (negativer Pol) mit Glimmlicht bedeckt, Anode dunkel. Bei Wechselstrom leuchten beide Elektroden. Gut geeignet sind Glimmröhren ähnlich der Abbildung, da beide Elektroden getrennt sichtbar. Ferner gibt es hierfür eine Spezial-Bienenkorbglimmlampe, bei der die eine Elektrode 6, die andere 2 Windungen hat.
Zur Spannungsprüfung und Polprüfung sind Glimmröhren mit Vorwiderstand in Drehbleistiftform zusammengebaut.

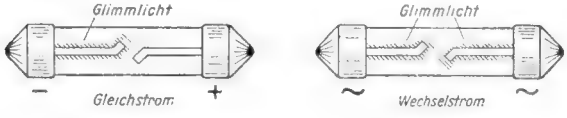


Bild 7. Polprüfung bei Gleichstrom, Prüfung der Spannungsart

Resonanzanzeige

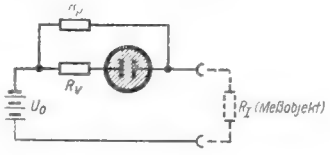
Lose Kopplung mit dem Schwingungskreis notwendig, um geringe Dämpfung zu erhalten. Für Hf-Anzeige meist keine Elektroden erforderlich; einpoliger Anschluß genügt oft (kapazitiver Erdstrom). Zündspannung geringer als bei Niederfrequenz! Bei Frequenzen > etwa 20 MHz Farbe des Glimmlichtes bläulich statt gelbrot, wenn neben dem Edelgasgemisch Spuren von Wasserstoff vorhanden, was meist der Fall ist.

Bild 8. Isolationsprüfung
Exakt nur bei Gleichspannung möglich, da sonst Fehler durch kapazitive Ströme.
Isolationsprüfung von Kondensatoren in der Funktechnik besonders wichtig! Aufbau eines einfachen Prüfgerätes nach der angegebenen Schaltung zweckmäßig. Der Widerstand R_p ist notwendig, damit die Lampe nur aufleuchtet, wenn ein bestimmter Isolationswiderstand R_I unterschritten wird. Berechnung von R_p

$$R_p = \frac{R_I}{U_0 - U_z} \cdot U_z$$

U_0 = Betriebsspannung der Prüfeinrichtung (V)
U_z = Zündspannung der Glimmlampe (V)
R_I = Isolationswiderstand (Maximalwert, bei dem die Glimmlampe noch leuchten soll) (Ohm)

Bild 8. Prinzipschaltung für Isolationsprüfungen



C. Spannungsstabilisierung

Im Bereich des normalen Katodenfalls ist der Innenwiderstand äußerst klein (Bild 3, c 1). Dieses Gebiet wird besonders groß, wenn die Katodenfläche vergrößert wird. Generatoren mit sehr niedrigem Innenwiderstand ergeben bekanntlich eine gute Spannungskonstanz. Alles Nähere siehe Funktechn. Arbeitsblätter Re 11.

D. Spannungsmessung

Da die Zündspannung der Glimmlampe einen bestimmten ungefähr gleichbleibenden Wert hat, läßt sie sich oberhalb dieser Zündspannung zur Spannungsmessung verwenden. Man kann z. B. den Vorwiderstand variabel machen und ihn direkt in Spannungswerten eichen. Er wird langsam soweit verkleinert, bis die Glimmröhre gerade zündet, und dann die Spannung am Widerstand abgelesen. Der Stromverbrauch ist außerordentlich gering. Bei Wechselspannungen wird die Scheitelspannung angezeigt. Für niedrige Frequenzen (bis etwa 10 kHz) sind gewöhnliche Glimmlampen geeignet, dabei Meßgenauigkeit etwa ± 5%. Für höhere Frequenzen gibt es Spezialglimmlampen mit besonderer Ausbildung der Elektroden, bei denen bis etwa 10^6 Hz die Zündspannung unabhängig von Frequenz und Kurvenform der Spannung ist.

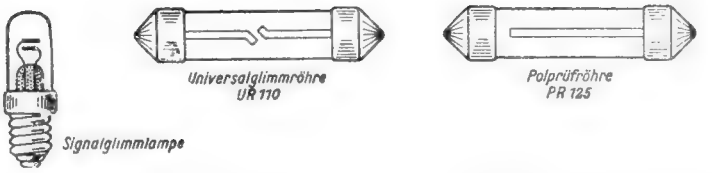
E. Kippspannungserzeugung mit Glimmlampen

Vorzug: Geringer Schaltungsaufwand, große Billigkeit.
Nachteile: Geringe Frequenzkonstanz, Amplitude klein und mit steigender Frequenz abnehmend.
Häufigste Anwendung: Einfache Tongeneratoren (Glimmsummer) für Prüfzwecke, bei denen es nicht auf große Frequenzkonstanz und geringen Oberwellengehalt ankommt; Glimmbrücken für R- und C-Messung. Seltener als Zeitbasis für Braunsche Röhren, da Amplitude gering und

obere Frequenzgrenze
bei Verwendung üblicher Glimmröhren höchstens 5 kHz, in der Praxis mit Sicherheit nur 3 bis 4 kHz.
Bei Verwendung von **Glimmrelais** obere Frequenzgrenze etwa 12 kHz.
Die den Glimmröhren verwandten Stromtore (Gastriode, Thyratron) erlauben eine maximale Frequenz von etwa 20 ... 150 kHz, je nach Typ.

Die Kippamplitude beträgt bei gewöhnlichen Glimmlampen etwa 10 V, bei Verwendung von speziellen Kipprröhren und Glimmrelais etwa 100 V. (Bei Gastrioden kann die Differenz zwischen Zündspannung und Löschspannung und damit die Kippamplitude durch die negative Gittervorspannung besonders hoch gemacht werden.)

Tabelle 1. Signalglimmlampen, DGL



Typ	Zündspg. bei = etwa V	Zündspg. bei ~ etwa V	Stromaufnahme etwa mA	Schutzwiderstand in MΩ bei 1000 V	500 V	380 V	220 V	110 V	Art
UR 110	80	60	0,5	2	0,8	0,4	0,25	0,05	Universalröhre
PR 125	100	70	0,5	2	0,8	0,4	0,25	0,05	Polprüfröhre
GRM 110	100	70	5	0,2	0,08	0,06	0,03	0,01	Große Signalglimmlampe
GRM 220	170	120	5	0,17	0,07	0,05	0,015	—	
MR 110	90	65	0,25	3,5	1,5	1	0,5	0,1	Kleine Signalglimmlampe
MR 220	150	105	0,25	3,5	1,5	1	0,25	—	
MRZ 110	100	70	0,25	3,5	1,5	1	0,5	0,1	
MRZ 220	160	115	0,25	3,5	1,5	1	0,25	—	
MR 00	—	100	0,1	—	—	—	—	—	Kleinstgl.-L. nur f. Wechselstr.
FRM 110	90	65	1	1	0,5	0,3	0,15	0,03	Farbige Signalglimmlampe mittlerer Größe
FRM 220	150	105	1	0,8	0,3	0,25	0,05	—	
SR 110	90	65	6	0,15	0,07	0,05	0,02	0,003	Sofittenglimmlampe
SR 220	150	105	3	0,3	0,1	0,07	0,03	—	

Prinzip und Schaltungen

Bild 9. Durch die Gleichspannungsquelle (U_0) wird über den Widerstand R der Kondensator C aufgeladen. Spannungsanstieg und Ladestrom an C verlaufen nach der e-Funktion (siehe Funktechn. Arbeitsblätter Mth 11). Ist die Zündspannung (U_z) der Glimmlampe erreicht, so entlädt sich der Kondensator über deren niedrigen Innenwiderstand R_i, die Spannung fällt sehr schnell (ebenfalls nach der e-Funktion) auf den Wert ab, bei dem die Glimmentladung wieder erlischt. Von diesem Wert an wird C erneut über R von U_0 aufgeladen, der Vorgang wiederholt sich mit einer Periodendauer, die wesentlich durch die Zeitkonstanten RC und R_iC bestimmt ist. Die Spannungskurve ist sägezahnförmig mit nichtlinearen Flanken (Kurvenstücke einer e-Funktion), die Amplitude gleich der Differenz aus Zündspannung und Löschspannung (Bild 10).

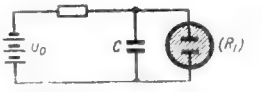


Bild 9. Kippschaltung

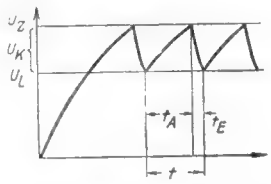


Bild 10. Verlauf der Kippspannung. U_K = Kippamplitude

In der weniger gebräuchlichen Schaltung (Bild 11) liegt der Kondensator parallel zum Widerstand. Es ergeben sich ebenfalls Kippschwingungen; gegenüber Schaltung (Bild 9) sind Auflade- und Entladedauer jedoch miteinander vertauscht. Die gesamte Periodendauer, d. h. die Frequenz, bleibt gleich.

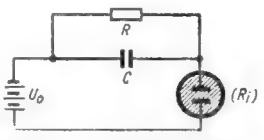


Bild 11. Andere Kippschaltung

Soll der Spannungsanstieg am Kondensator zeitproportional erfolgen, um Kippspannungen mit linearen Flanken zu erhalten, so muß der Ladestrom über die Zeit konstant bleiben. An Stelle des Ohmschen Widerstandes wird ein **Strom** stabilisierendes Glied eingeschaltet. Hierfür kann eine Pentode dienen, bei der der Anodenstrom bei konstanter Schirm- und Steuergittervorspannung in einem großen Bereich nicht von der Anodenspannung abhängig ist (siehe Funktechn. Arbeitsblätter Re 11).

Eine **Kippschaltung mit Glimmrelais** (Bild 12) hat den Vorteil, daß sich die Kippfrequenz mit einer Fremdspannung synchronisieren läßt. Die Synchronisationsspannung (etwa 50 V) wird der Hilfselektrode zugeführt. Es können auch Kippfrequenzen synchronisiert werden, die ganzzahlige Vielfache oder Bruchteile der Synchronisationsfrequenz sind. Synchronisations- und Kippfrequenz sollen sich jedoch nur um höchstens eine Größenordnung unterscheiden. Regelung der Kippfrequenz ist sowohl durch R als auch durch C möglich. Meist wird Umschaltung von C zur Grobregelung und Ausbildung von R als Regelwiderstand zur Feinreglung angewendet. Bei Anwendung einer Ladepentode wird zur Feinreglung der Strom mit Hilfe von Steuergitter- oder Schirmgitterspannung verändert.

Bei allen Schaltungen ist darauf zu achten, daß in der **Entlade**periode der Strom durch die Glimmlampe nicht (infolge des niedrigen Innenwiderstandes derselben) zu hohe Werte annimmt. Ist dies zu befürchten, dann Einschaltung eines Begrenzungswiderstandes in die Zuleitung zur Glimmlampe (R_s in Bild 12).

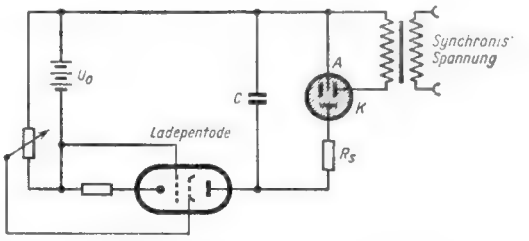


Bild 12. Synchronisierschaltung mit Glimmrelais und Ladepentode

Berechnung der Kippfrequenz

Die gesamte Periodendauer entspricht der Summe aus Aufladezeit t_A und Entladezeit t_E.

$$t = t_A + t_E \qquad f = \frac{1}{t_A + t_E}.$$

Nachdruck verboten!

Aufladezeit (bei e-förmigem Spannungsanstieg)

$$t_A = R \cdot C \cdot \ln \frac{U_0 - U_L}{U_0 - U_z}$$

(sec) (Ω) (F) (V)

Entladezeit (bei e-förmigem Spannungsabfall)

$$t_E = R_i \cdot C \cdot \ln \frac{U_z}{U_L}$$

(sec) (Ω) (F) (V)

Wird ein Begrenzungswiderstand verwendet, so ist an die Stelle von R_i die Summe aus R_i und R_s zu setzen.

Gesamte Periodendauer

$$t = R \cdot C \cdot \ln \frac{U_0 - U_L}{U_0 - U_z} + R_i C \ln \frac{U_z}{U_L}$$

Da die Entladezeit gegen t_A klein ist, kann man für annähernde Berechnung das letzte Glied fortlassen (R_i ist sowieso meist unbekannt oder schwer zu ermitteln).
Zünd- und besonders Löschspannung sind Schwankungen unterworfen, die Vorausberechnung der Kippfrequenz ist dadurch nicht sehr genau. Es ist für überschlägige Berechnungen durchaus angängig, wenn die Sägezahnflanken als linear angesehen werden.

Frequenz (bei Annahme linearer Flanken: Fehler $< 1\%$)

$$f = \frac{U_0 - K}{C \cdot R \cdot U_K} \quad \text{(Hz, V, F, } \Omega\text{)}$$

U_k = Kippspannungsamplitude $U_z - U_L$ (V),

$K = \frac{U_z + U_L}{2}$ (V).

Aufladezeit (bei Verwendung einer Ladepentode)

$$t_A = \frac{C \cdot U_K}{i_L}$$

i_L = Ladestrom durch Pentode,
C = Ladekapazität plus Kapazität von Röhre und Schaltung.

(sec) (F)(V)(A)

Frequenz

$$f = \frac{i_L}{C \cdot U_K} + \frac{1}{R_i \cdot C \cdot \ln \frac{U_z}{U_L}}$$

Für angenäherte Berechnung kann das letzte Glied fortgelassen werden.

Verlauf der Kippspannung in Abhängigkeit von der Frequenz

Die Brennspannung einer Glimmröhre ist nach relativ kurzer Einbrenndauer konstant (Stabilisator). Die Zündspannung kann um $\pm 5\%$ schwanken. Wird die Glimmröhre in kurzen Zeitabständen gezündet und gelöscht (Wechselspannungsbetrieb), so nehmen Zünd- und Löschspannung konstantere Werte an. Beide ändern sich jedoch mit der Frequenz; die Differenz wird mit steigender Frequenz geringer **(Bild 13)** (abgesehen von einem geringen Anstieg im Gebiet tiefer Frequenzen). Grund: Die Entladungspausen sind zu kurz, um eine vollständige Entionisierung der Glimmlampe zu erreichen. Über einer gewissen Frequenz erlischt die Glimmentladung nicht mehr, eine Kippschwingungserzeugung ist nicht mehr möglich. Diese Grenze ist vom Aufbau der Glimmröhre und von der Gasfüllung abhängig.

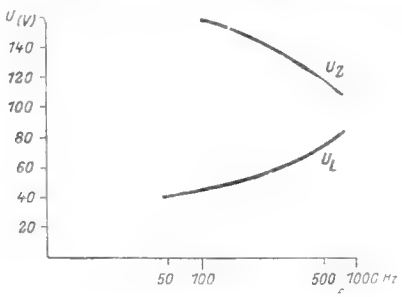


Bild 13. Veränderung von Zündspannung und Löschspannung bei Änderung der Frequenz

Tabelle 2. Kippröhren und Glimmrelais

Typ	Zündspannung etwa V	Löschspannung etwa V	Maximale Kippfrequenz Hz	Art
UR 110	80	70	5000	Universalglimmröhre
KR 100	90	80	5000	Aufbau ähnlich UR 110
KR 150	150	80	50	
KR 300	350	160—180	1200	Kipp-Glimmrelais mit synchronis. Elektrode. Spannung an der Zündelektr. etwa 200 V
KRE 3	je nach Schaltung		etwa 10 kHz	Kipp-Glimmrelais
Glimmrelais (DGL)	300	150	—	Primärstromstärke 10^{-8} A Sekundärstromstärke 40 mA

F. Modulation von Glimmröhren

Glimmlampen sind modulierbar, und zwar nach zwei Komponenten hin:

1. Modulation der Größe der vom negativen Glimmlicht bedeckten Fläche, **Bedeckungsmodulation.** Arbeitsgebiet: Normaler Katodenfall, Katode nur teilweise mit Glimmlicht bedeckt.
2. Modulation der Helligkeit, **Intensitätsmodulation.** Arbeitsgebiet: Anomaler Katodenfall, Katode vollständig mit Glimmlicht bedeckt.

Die Trägheit des Glimmlichtes ist relativ groß. Sie liegt für den Aufbau der Entladung bei etwa 10^{-6} sec, für das Erlöschen bei 10^{-4} bis 10^{-5} sec (Abbauzeit der Raumladung!). Anwendung daher auf Nf-Bereich beschränkt. Glimmlampen mit positiver Säule sind weniger träge und ergeben höhere Leuchtintensität. An sich ist jede Glimmlampe modulierbar. Für die verschiedenen Anwendungsbereiche sind jedoch Spezialtypen geschaffen worden.

Anwendungsbeispiele für Bedeckungsmodulation

Abstimmanzeiger

Bild 14 zeigt schematisch eine dafür geeignete Glimmlampe. Die Hilfszündanode bewirkt eine Vorionisation und damit ein Zusammenfallen von Zünd- und Löschspannung. Die Anodenspannung kann beliebig weit sinken, ohne daß die Röhre völlig erlischt.

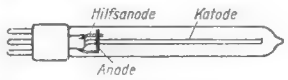


Bild 14. Glimmröhre für Abstimmanzeige

Die lange, stabförmige **Katode** trägt die Glimmbedeckung, deren Längsausdehnung ein Maß für den Glimmstrom bzw. die Spannung ist. Häufig ist die Katode so gestaltet, daß bei kleinen Strömen die Glimmbedeckung schneller zunimmt als bei großen, um bei kleinen Amplituden eine prozentual gleich genaue Anzeige zu erhalten. **Bild 15** zeigt den

Tabelle 3. Abstimmanzeige-, Amplituden-, Oszillographenröhren

Typ	Mittlere Zündspg. bei = etwa V	Mittlere Zündspg. bei ~ etwa V	Mittlere Brennspannung etwa V	Strombedarf etwa mA	Länge der Glimmbedeckung mm	Art
RR 145/S	175	125	150	0—2	65	Abstimmröhre mit Rohrkatode und Hilfszündelektrode
RR 145/V	175	125	150	0—2	65	„
ZR 190	175	125	150	0—2	65	„
AR 220	175	125	150	0—5	60	Amplitudenröhre mit Drahtkatode
GJR 320 Z (OSRAM)	190	—	160 ± 10%	0—2	57	Amplitudenröhre mit Hilfszündelektrode
GJR 312 Z (OSRAM)	190	—	160 ± 10%	0—1,2	63	„
GJR 312/5 Z (OSRAM)	190	—	160 ± 10%	0—1,2	63	„
GJR 420 Z (OSRAM)	190	—	160 ± 10%	0—2	57	„
NG 1 (Gundelach)	—	220		je nach Maßgröße		mit Skaleneinteilung für C- und R-Messung
OR 175 (DGL)	170	120	—	5	120	Oszillographenröhre mit einer Elektrode
ZEK 200 (DGL)	200	140	—	5	2×50	Oszillographenröhre mit 2 Elektroden

grundsätzlichen Verlauf der Bedeckungskennlinie einer solchen Glimmröhre, **Bild 16** ein Schaltungsbeispiel für Abstimmanzeige. Als Anzeigegröße dient der Anodenstrom der schwundgeregelten Zf-Verstärkerröhre. Die Glimmröhre wurde auf diesem Gebiete verdrängt durch das magische Auge. Die hierfür geschaffenen Glimmröhren haben jedoch noch weitere Anwendungsmöglichkeiten.

Aussteuerungskontrolle

Messung der Wechselspannungsamplitude hinter Verstärkerröhren (z. B. beim Schallplattenschneiden). Um den Bereich kleiner Amplituden auch zu erfassen, bekommt die Glimmröhre eine Vorspannung. Die Ankopplung kann galvanisch, kapazitiv oder induktiv erfolgen.

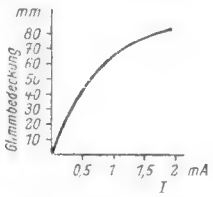


Bild 15. Bedeckungskennlinie einer Abstimmanzeigeglimmröhre

Oszillographie

Billiger Ersatz für Katodenstrahloszillographen bei einfachen Untersuchungen. Notwendige Zusatzeinrichtung:

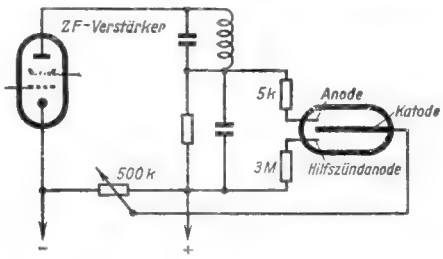


Bild 16. Schaltungsbeispiel für Abstimmanzeigeglimmröhre

Drehspiegel, dessen Geschwindigkeit für die horizontale Zeitachse bestimmend ist. Die vertikale Ablenkung ergibt sich aus der Glimmbedeckung. Für die Oszillographie in Polarkoordinaten ist kein Drehspiegel erforderlich; die Glimmröhre mit der stabförmigen Katode wird radial auf einer rotierenden Scheibe befestigt.
Die Umhüllende des sich ergebenden leuchtenden Bandes entspricht der Kurvenform der Spannung.
Als Oszillographenröhren sind die Amplitudenröhren geeignet. Man gibt ihnen zweckmäßig eine so große Vorspannung, daß die Katode zur Hälfte mit Glimmlicht bedeckt ist. Ferner gibt es spezielle Oszillographenröhren mit zwei Elektroden (Bild 17 und Tabelle 3).

Messung von Spannungen, Kapazitäten und Widerständen

Mit Abstimmanzeige- oder Amplitudenglimmröhren lassen sich sehr einfache und billige direktanzeigende Meßgeräte für U, C und R aufbauen, von denen allerdings keine großen Meßgenauigkeiten zu erwarten sind. Die Glimmröhre kann entlang der stabförmigen Katode mit entsprechenden Teilungen versehen werden, an denen die Meßwerte direkt abzulesen sind. Als Zeiger dient die Begrenzung des Katodenglimmlichtes. Für C-Messung ist eine Wechselspannungsquelle (Netz, 50 Hz) erforderlich. Für die Anzeige kleiner Meßwerte bekommt die Glimmröhre geeignete Vorspannungen. Solche mit Hilfszündelektroden sind für diesen Zweck besonders brauchbar.

Bild 17. Oszillographenglimmröhre mit zwei Elektroden

Steuerbare Kapazität

Glimmröhren mit stabförmiger Katode können als steuerfähige Kapazitäten dienen, wenn man sie außen mit einem leitenden Belag versieht. Die Kapazität zwischen Katode und Außenmetallisierung hängt von der Ausdehnung des Glimmlichtes ab. Es ist denkbar, solche Anordnungen für Versuche mit Frequenzmodulation oder Fern-Feinabstimmung zu verwenden.

Nachdruck verboten!

Anwendungsbeispiele für Intensitätsmodulation

Die **Fernsehglimmlampe** spielte in der Anfangszeit des Fernsehens eine große Rolle. Sie hatte eine Flächenkatode von etwa 30 × 40 mm und eine rahmenförmige Anode. Die Rückseite der Katode war mit Glimmer abgedeckt. Solche Bildfeldlampen sind z. T. noch für die Prüfung laufender Filmstreifen in Gebrauch, wobei je Bild ein Lichtblitz erzeugt wird und somit der Film wie bei gewöhnlicher Projektion betrachtet werden kann. Für **stroboskopische Untersuchungen** sind solche Glimmröhren ebenfalls anwendbar. In der Funktechnik sind solche Messungen seltener. Es soll jedoch erwähnt werden, daß man sich bei der Untersuchung von Wechselrichtern, Zerhackern, Pendelgleichrichtern, Summern usw. gut einer einfachen Glimmlampe bedienen kann, die von einem Leistungstongenerator gespeist wird. Die schwingende Kontaktfeder wird vor der Lampe angebracht und die Frequenz so lange verändert, bis der Kontakt fast stillzustehen scheint. Kontaktgabe, Prellungen usw. sind so gut zu verfolgen. Ebenso läßt sich die Frequenz am Tongenerator ablesen. Es ist zu beachten, daß bei jeder Periode die Glimmlampe zweimal zündet, wenn beide Elektroden sichtbar sind.
Ein weiteres Beispiel ist die Überwachung der Drehzahl von Schallplattentellern. Am Rande des Plattentellers wird eine entsprechende Anzahl Marken angebracht, die Glimmlampe wird mit Netzwechselstrom betrieben.

Berechnung

$$s = \frac{f}{n} \cdot 60,$$

s = Anzahl der Marken,
f = Frequenz der Lichtblitze je Sekunde
(bei Glimmlampen mit zwei etwa gleichgroßen, sichtbaren Elektroden = 2mal Netzfrequenz,
mit einer sichtbaren Elektrode = 1mal Netzfrequenz),
n = Drehzahl.

Bei richtiger Drehzahl stehen die Marken still.
Drehzahl größer: Marken bewegen sich in Drehrichtung.
Drehzahl kleiner: Marken bewegen sich entgegen der Drehrichtung.
Kommt es auf große Helligkeit der Lichtblitze an, so werden Glimmröhren mit positiver Säule verwendet, die in den Anodenkreis eines Thyratrons geschaltet werden können.

Bild 18. Schaltung zur Erzeugung kurzer Lichtimpulse bei Betrieb einer Stroboskopglimmlampe mit Wechselspannung

Schaltung **Bild 18** dient zur Erzeugung **kurzer** Lichtimpulse bei Wechselspannungsbetrieb. Größe von R und C wird so bemessen, daß Zündspannung der Glimmröhre erst bei Erreichen der Scheitelspannung überschritten wird.
Nebenbei zu erwähnen wären die
Lichttonaufnahme,
Kurzzeitmessung,
Zeitmarkengebung mit Glimmlampen.

Tabelle 4. Stroboskop- und Tonfilmglimmlampen (DGL)

Typ	Brennspannung etwa V	Strombelastbarkeit, im Mittel mA	Ri_{dyn} etwa Ω	Leuchtfläche mm	Art
PL 12	200	50	300	1,4 ∅	Punktglimmlampe mit UV-Fenster
SL 06	160	50	500	0,6 × 5	Strichglimmlampe mit UV-Fenster
FL 34	160	50	500	30 × 40	Bildfeldglimmlampe
TL 180	180	50	1000	10 ∅	Tellerglimmlampe
Minimaler Vorwiderstand bei allen Typen 500 Ω					

G. Relais-Glimmröhren

Das Anwendungsgebiet fällt im wesentlichen nicht ins Gebiet der Funktechnik, die Relais-Glimmröhren werden daher nur kurz erwähnt.
Jede Glimmröhre stellt ein Spannungsrelais dar, wenn sie mit einer zwischen Löschspannung und Zündspannung liegenden Betriebsspannung betrieben wird. Eine Erhöhung der Spannung bewirkt die Zündung. Der Entladestrom kann ein elektromagnetisches Relais betätigen.

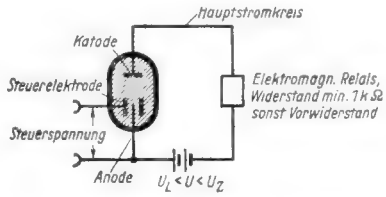


Bild 19. Prinzipschaltung eines Glimmrelais

Spezielle Relais-Glimmröhren enthalten eine besondere Steuerelektrode, Prinzipschaltung Bild 19. Zwischen Anode und Katode liegt die Betriebsspannung, die sich auf einen Wert zwischen Lösch- und Zündspannung einstellt. Die Röhre ist stromlos. Legt man zwischen Katode und Steuerelektrode eine weitere Spannung und steigert diese allmählich, so setzt bei einem bestimmten Wert die Zündung ein, im Hauptstromkreis fließt Strom.

Hauptstrom 10 ... 100 mA (je nach Typ)
Steuerstrom 10^{-8} A, wenn Steuerelektrode + gegen Katode
Steuerstrom 10^{-6} ... 10^{-5} A, wenn Steuerelektrode — gegen Katode.

Es ergibt sich also eine erhebliche Verstärkung.

Weitere Merkmale des Glimmrelais sind:

Nach ihrer Zündung ist die Hauptentladung unabhängig von der Steuerelektrodenspannung. Zur Löschung ist der Hauptstromkreis zu unterbrechen. Betriebsspannung, Gleichstrom oder Wechselstrom, sowohl für Hauptstromkreis als auch für Steuerkreis. Bei Wechselstrombetrieb findet Gleichrichtung statt, infolge der unterschiedlichen Elektrodenabmessung. Ferner erlischt die Hauptstromentladung dann bei Ausbleiben des Steuerimpulses, da Löschspannung unterschritten wird. Das Glimmrelais nimmt im Ruhezustand keinen Strom auf. **Geiger-Müller-Zählrohre,** die für Forschungsarbeiten auf dem Gebiet der Atomphysik Anwendung finden, zählen ebenfalls zu den Glimmrelais. Im Prinzip bestehen sie aus einem Metallrohr mit einem Eintrittsfenster für die zu beobachtende Strahlung, in dessen Mittelachse ein Draht ausgespannt ist.
Zwischen Mantel und Draht liegt eine Spannung geeigneter Höhe (etwa 1 ... 2 kV). Der Einfall einer α-, β- oder γ-Strahlung löst einen einmaligen Entladeimpuls aus, der über eine Verstärkerschaltung angezeigt wird.

Glimmröhren als Senden-Empfang-Umschalt-Relais

In der Radartechnik finden Glimmröhren als Schutz- bzw. Umschaltrelais ausgedehnte Verwendung wegen ihrer geringen Trägheit. In geeigneter Schaltung und Ausführung dienen sie dazu, entweder den Sendeimpuls daran zu hindern, in die Empfangsanlage einzudringen und dieselbe zu zerstören oder umgekehrt, um während der Empfangsperiode ein Abwandern der aufgenommenen Empfangsenergie in den Sender und damit einen Empfindlichkeitsverlust zu vermeiden. Die Zündung geschieht durch den Hochfrequenzimpuls des Senders, wobei dann durch den niedrigen Innenwiderstand der gezündeten Glimmentladung geeignete Teile der Hf-Leitung kurzgeschlossen werden. Da für die Zündung einer solchen Hf-Entladung Innenelektroden nicht unbedingt erforderlich sind, hat man solche Glimmröhren teilweise ohne Elektroden gebaut. Daher leitet sich der Name „Nullode" für diese Röhren. Andere Namen sind: Empfänger-Sperr-Röhre, TR-Röhre, ATR-Röhre (engl.).

H. Glimmröhren als Überspannungsschutz

Die Glimmröhre ist als Überspannungsschutz geeignet, da sie unterhalb der Zündspannung einen Isolator darstellt und oberhalb derselben einen niedrigen Innenwiderstand aufweist.

Anwendungen:

Blitzschutzröhren

Am Eingang von Empfangsgeräten zur Ableitung statischer Aufladungen der Antenne **(Bild 20)**. Die Röhren müssen kleine Kapazität zwischen den Elektroden aufweisen. Trennkapazität C erforderlich, wenn Empfängereingang (Antennenanschluß) galvanische Verbindung mit Erde hat.

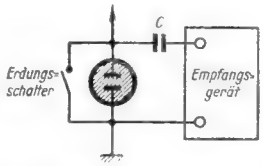


Bild 20. Einschaltung einer Blitzschutzglimmröhre vor ein Empfangsgerät

Funkenlöschung

Bei induktiv belasteten Relaiskontakten treten häufig hohe Induktionsspannungen auf, die starke Funkenbildung und damit vorzeitige Zerstörung der Kontakte bewirken. Die Funkenbildung wird verhindert durch Parallelschalten einer Glimmröhre **(„Induktionsröhre")** zur Kontaktstrecke.

Weitere Anwendung der Induktionsröhre:

Parallelschaltung zu Induktivitäten, in denen durch plötzliche Stromveränderungen (Schaltvorgänge) hohe Induktionsspannungen und damit Gefährdung der Isolation auftreten können. Parallelschaltung zur Primärspule von Ausgangsübertragern, um Stör- und Knackgeräusche herabzumindern.

Tabelle 5.
Überspannungssicherungen und Induktionsröhren (DGL)

Überspannungs-sicherungen		Induktionsröhren		
Typ	Zünd-spannung etwa	Typ	Betriebs-spannung V Wechselstrom	Betriebs-spannung V Gleichstrom
BS 40	80	IR 68	4—60	4—80
BS 50	90	IR 1115	60—110	80—150
BS 60	100	IR 2222	110—220	150—220
RPS 350	350			

I. Glimmgleichrichter

Bei unsymmetrischer Ausbildung der Elektroden läßt jede Glimmröhre bei Betrieb mit Wechselspannung in der positiven Halbperiode einen anderen Strom durch als in der negativen. Bei spezieller Ausbildung der Elektroden kann die Glimmröhre als Gleichrichter dienen. **Bild 21** zeigt den prinzipiellen Aufbau einer Glimmgleichrichterröhre. Die Katode besitzt eine sehr große Oberfläche, die Anode besteht aus einem kurzen Stift, der z. T. noch durch ein Isolierstück abgedeckt ist. Die Katode wird aktiviert (Oberflächenüberzug Bariumoxyd o. ä.). Liegt die großflächige Katode am Minus-Pol, dann fließt ein großer Entladungsstrom, ist sie positiv und dient somit der kurze Stift mit der geringen Oberfläche als Katode, so ist der Entladungsstrom entsprechend klein.

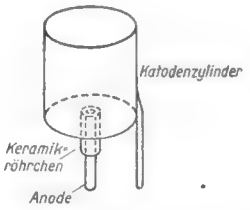


Bild 21. Prinzipieller Systemaufbau eines Glimmgleichrichters

Verhältnis von Vorstrom zu Rückstrom

annähernd gleich dem Verhältnis von Katodenoberfläche zur Anodenoberfläche. Erreichbares Verhältnis etwa 100 : 1.

Vorteile des Glimmgleichrichters:

Große **kurzzeitige** Überlastungsfähigkeit (z. B. bei 10 mA Mittelstrom für Zeiten < 1 sec bis 1 A belastbar).

Fortfall einer Heizleistung

Damit verbunden besonders bei Hochspannungsschaltungen: Einsparung der Isolation zwischen Heizwicklung und Anodenwicklung.

DGL-Glimmgleichrichter Typ GG 280

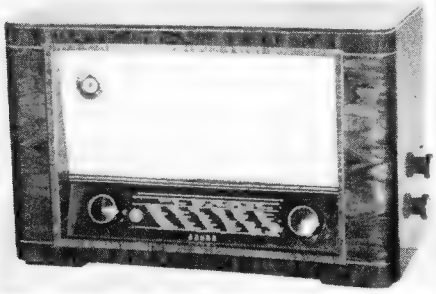
Zündspannung	etwa	280 V
Mittlere Belastung		10 mA
Belastung unter 1 sec	bis	1 A
Maximaler Rückstrom		1 mA
R_i in Sperr-Richtung		500 kOhm

Nachdruck verboten!

FUNKSCHAU-*Prüfbericht:*

Metz-AM-FM-Super »Java S«

Bei der organischen Eingliederung des UKW-Bereiches steht die Industrie vor der Aufgabe, entweder eine Neukonstruktion zu entwickeln oder ein durch Qualität, Empfangsleistung und Betriebssicherheit bewährtes Empfangsgerät entsprechend umzugestalten. Den letzten Weg hat die Firma Metz mit ihrem 6-Kreissuper „Java S" beschritten. Sie bietet eine in konstruktiver Hinsicht interessante Lösung, bei der der Aufbau des ohne UKW-Bereich arbeitenden Superhets „Java" in den Grundzügen beibehalten worden ist.



Außenansicht des AM-FM-Superhets »Java S«

Getrennte UKW-Mischstufe

Die wesentlich geringere Verstärkung üblicher Röhren im UKW-Bereich macht in der Regel eine zusätzliche Stufe erforderlich, wenn man auf Reflexanordnungen verzichten will. Der 6-Kreissuper „Java S" verwendet eine getrennte UKW-Mischstufe mit der Röhre EF 42 in additiver Mischschaltung. Dieses Schaltungsprinzip ermöglicht es, die auf den anderen Bereichen als Mischröhre arbeitende ECH 42 zur Zf-Verstärkung heranzuziehen. Durch die vorteilhaftere UKW-Mischschaltung und den zweistufigen Zf-Verstärker erhält man eine für UKW-Empfang erwünscht hohe Empfindlichkeit.

In schaltungstechnischer Hinsicht bietet die EF 42-Mischstufe aufschlußreiche Einzelheiten. So gestattet ein im Antennenkreis angeordneter dreistufiger Umschalter, den Empfänger an verschiedenen Antennen zu betreiben. In Stellung 1 dient der UKW-Dipol auch für den Empfang in den anderen Wellenbereichen, während in Stellung 2 UKW-Antenne und Normalantenne voneinander getrennt sind. In der dritten Schaltstellung kann schließlich die Normalantenne zum Empfang auf sämtlichen Bereichen einschließlich UKW benutzt werden.

Bei der gewählten Mischschaltung gelangt die Empfangsfrequenz kapazitiv über einen 50-pF-Kondensator zum Oszillator-Abstimmkreis. Letzterer arbeitet mit der bewährten Dreipunkt-Schaltung, bei der der UKW-Schwingkreis zwischen Schirmgitter und Steuergitter der Pentode EF 42 geschaltet ist. Im Anodenkreis dieser Röhre kann die entstehende Zf (10,7 MHz) abgenommen werden. Sie gelangt über ein zweikreisiges Zf-Bandfilter, das außer der induktiven Kopplung noch eine kleine kapazitive Kopplung besitzt, zum Steuergitter der Röhre ECH 42.

Zf-Teil und Demodulation

Im zweistufigen Zf-Verstärker sind bei UKW-Empfang die Heptodensysteme der Röhren ECH 42 und ECH 4 zur Zf-Verstärkung herangezogen. Die kombinierten AM-FM-Zf-Bandfilter enthalten jeweils in einem Spulenbecher die 473-kHz- und 10,7-MHz-Schwingkreise. Bandfilter sind nur für AM-Empfang vorgesehen. Für UKW-Empfang begnügt man sich mit einfachen Zf-Kreisen, die 30-kΩ-Dämpfungswiderstände enthalten und so die erforderliche Bandbreite aufweisen. Um bei KW-Empfang Unstabilitäten auszuschließen und im UKW-Bereich unerwünschte Auswirkungen des 473-kHz-Bandfilters zu vermeiden, wurde zur Umschaltung der in Serie angeordneten Bandfilterkreise auf der Primärseite des ersten Kombinationsfilters eine mit dem Wellenschalter gekoppelte Schaltereinheit eingebaut. Man kann daher bei UKW-Empfang das 473-kHz-Bandfilter primärseitig kurzschließen und umgekehrt für Normalempfang den 10,7-MHz-Kreis überbrücken. Bei UKW-Empfang arbeitet das Gerät mit der bekannten Flankendemodulation, wobei die eine Diodenstrecke der Röhre EBL 1 Signal- und Regelspannung erzeugt.

Nf- und Netzteil

Der Nf-Verstärker hat Breitbandcharakteristik und einen durch regelbare Gegenkopplung herabgedrückten Klirrgrad.

Im Netzteil, der mit Halbweggleichrichtung (Selengleichrichter) ausgestattet ist, besitzt die Heizwicklung eine Anzapfung bei 5,9 Volt, so daß man das Skalenlämpchen (6,3 Volt) mit etwas niedrigerer Spannung speisen kann. Da die Negativ-Skala durch einen großen Reflektor eine ausreichende Lichtmenge erhält, wirkt sich die verringerte Betriebsspannung nur vorteilhaft aus. Gewisse Überspannungen des Lichtnetzes führen nicht mehr zu einer frühzeitigen Zerstörung der Skalenlampe.

UKW-Einheit

Mischröhre EF 42 samt zugehörigen Schaltelementen, UKW-Induktivitäten und das erste 10,7-MHz-Bandfilter befinden sich auf einer Montageplatte, die direkt über dem UKW-Aggregat des kombinierten Zweifach-Drehkondensators Platz gefunden hat und günstige Verbindungen zum Wellenschalter, zur Antennenleiste mit Umschalter und zum ersten Zf-Verstärker ermöglicht.

W. W. D.

Technische Daten

Empfindlichkeit:
LW 20 µV bei 200 kHz,
MW 12 µV bei 1 MHz,
KW 50 µV bei 8 MHz.

Trennschärfe:
für $\Delta f = 9$ kHz
etwa 1 : 220 für 580 kHz

Spiegelselektion:
etwa 1 : 600 (MW)
1 : 8 (KW: 8 MHz)

Nf-Empfindlichkeit:
20 mV bei 400 Hz, 50 mW

Eigenschaften: Bei AM 6 Kreise, 4 Röhren; bei FM 6 Kreise, 5 Röhren; Trockengleichrichter; Zweifach-Drehkondensator, mit UKW-Teil kombiniert; bei AM 2 je zweikreisige Zf-Bandfilter; bei FM ein zweikreisiges Zf-Bandfilter, zwei einzelne Zf-Kreise; Stufenfolge bei AM: Misch- und Oszillatorstufe, Zf-Verstärker, Dioden-Demodulation, Nf-Vorstufe, Endverstärker; Stufenfolge bei FM: Misch- und Oszillatorstufe, zweistufiger Zf-Verstärker, Dioden-Demodulation, Nf-Vorstufe, Endverstärker; zweistufiger Schwundausgleich, auf Misch- und Zf-Röhre wirksam; zweistufiger Nf-Teil mit Trioden-Vorverstärker und Pentoden-Endstufe; lautstärkeabhängige Gegenkopplung mit Höhen- und Tiefenanhebung; permanentdynamischer Lautsprecher (6 Watt); Tonabnehmer- und zweiter Lautsprecheranschluß; Antennenumschalter

Röhrenbestückung: EF 42, ECH 42, ECH 4, EBL 1, EM 4, Selengleichrichter

Zwischenfrequenz: 473 kHz

Wellenbereiche: 16,5...51 m (18...5,9 MHz), 183...584 m (1640...514 kHz), 1000...2000 m (300 bis 150 kHz), 2,9...3,5 m (104...85 MHz)

Skalenlämpchen: 6,3 V, 0,3 A

Netzspannungen: 110, 125, 220 Volt Wechselstrom

Leistungsaufnahme: etwa 60 Watt

Abmessungen: 580 mm breit, 380 mm hoch, 230 mm tief

Preis: 320.— (268.—) DM

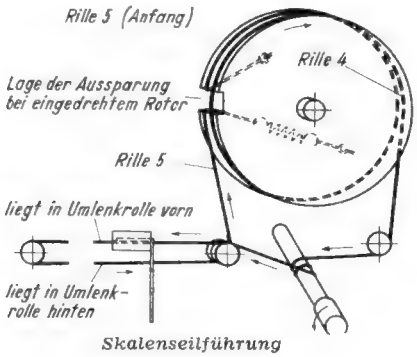
Hersteller: Metz, Apparatefabrik, Fürth/Bayern

Klirrender Skalenantrieb

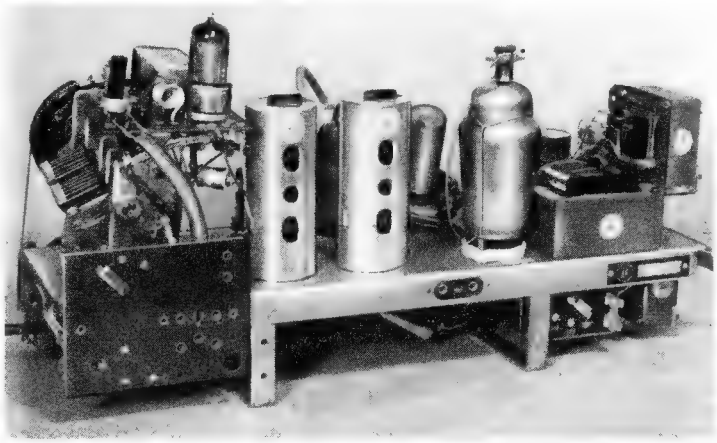
Gelegentlich treten bei gewissen Empfängern unangenehme Klirrerscheinungen auf, wenn man große Lautstärken einstellt. Man muß in diesen Fällen alle Chassis-Verschraubungen sorgfältig überprüfen, ob sich Muttern, Abschirmkappen usw. gelockert haben.

In einem typischen Fall wurde jedoch festgestellt, daß der Skalenantrieb selbst die Ursache des Klirrens war. Das aus Metall bestehende Antriebsrad zeigte bei ganz bestimmten Frequenzen Klirrerscheinungen, obwohl es die üblichen Ausstanzungen besaß. Nach Aufsetzen einer aus Isolierstoff gefertigten Antriebsscheibe war das Klirren beseitigt. Wenn man das Antriebsrad nicht auswechseln will, empfiehlt es sich, die Ausschnitte der Antriebsscheibe durch dämpfendes Material (z. B. Filz) auszufüllen.

H. v. Saal



Skalenseilführung



Rechts: Auf der Chassis-Rückansicht erkennt man links den kombinierten Drehkondensator mit der UKW-Einheit, die auch das erste Zf-Bandfilter enthält, und die Antennen-Anschlußplatte mit dem dreistufigen Antennenschalter (links oben). In der Mitte befinden sich die kombinierten Zf-Bandfilter, während rechts Nf- und Netzteil untergebracht sind

FUNKSCHAU-Servicedaten: Metz-AM-FM-Super „Java S"

Abgleich-Vorschrift

1. Allgemeines

Die in der Abgleichtabelle angegebenen Bezeichnungen entsprechen den im Schaltbild (Zf-Kreise) und in der Skizze der Spuleneinheit aufgeführten Buchstaben.

Meßsender und Empfänger erden. Klangregler in Stellung „hell". Lautstärkeregler voll aufdrehen. Die Messung der Ausgangsspannung erfolgt an den Anschlußbuchsen für den zweiten Lautsprecher mit einem Wechselspannungsmesser von etwa 2 V Meßbereich. Die Ausgangsspannung soll beim Abgleichvorgang bei voll aufgedrehtem Lautstärkeregler 0,5 V nicht überschreiten. Nach Beendigung des jeweiligen Abgleichs sind die Trimmer mit Sicherungslack oder Kunstharz festzulegen und die Eisenkerne mit Wachs zu sichern. Dabei ist das Instrument am Ausgang zu beobachten, um ein etwaiges Wegwandern der Abstimmelemente zu erkennen.

2. Hinweise

a) Oszillatorabgleichung. Der Oszillator-Schwingstrom soll bei der Mischröhre ECH 42 etwa 150...350 µA betragen (zwischen 30-kΩ-Ableitwiderstand und Katode gemessen). Der Oszillator-Schwingstrom der Röhre EF 42 ist etwa 10...14 µA groß (zwischen 200-kΩ-Gitterableitwiderstand und Masse gemessen).

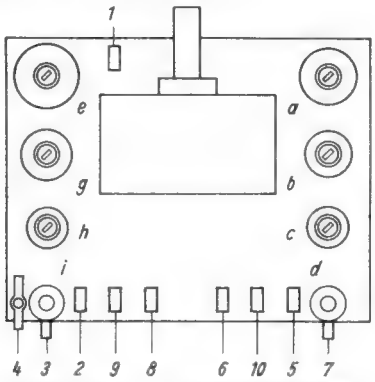


Bild 2. Lage der Abgleichpositionen (Spuleneinheit)

Die Rückkopplungsspulen für MW und LW sind nach Abgleich der Spuleneinheit mit Wachs festzulegen.

Beim UKW-Abgleich ist der frequenzmodulierte Meßsender parallel zu den Dipol-Anschlußbuchsen anzuschließen. Die Abgleichpunkte sind entsprechend der Abgleichtabelle zu wählen. Ein Nachgleichen der Oszillatorspule (Abgleichelement u) wird nur in Ausnahmefällen erforderlich sein.

b) Zf-Abgleichung. In den kombinierten AM-FM-Bandfiltern befinden sich Spule I unten, Spule II oben, während die Spulen C und D in der Mitte untergebracht sind.

Beim Abgleichen des 4. Zf-Kreises (10,7 MHz) ist auf lautstarke, verzerrungsfreie Wiedergabe einzustellen.

Zum Abgleichen der Zf-Kreise des ersten 10,7-MHz-Bandfilters muß jeweils der entsprechende Kreis mit einem Kondensator (200 pF) gedämpft werden.

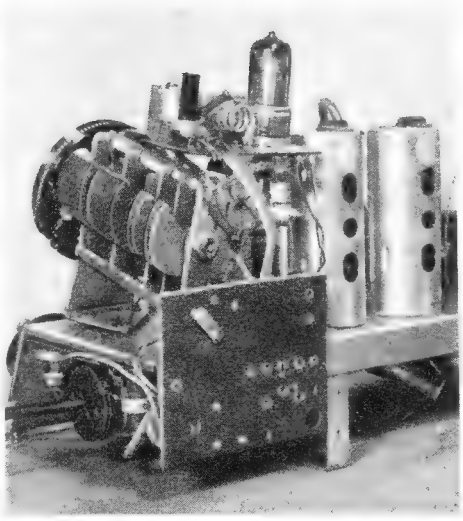


Bild 1. Diese Chassis-Teilansicht zeigt den Aufbau der UKW-Einheit. Neben der Röhre befindet sich die Oszillatorspule u

Abgleich-Tabelle

Bereich	Meßsender-Frequenz	Abgleich-Element	Abgleichmarke
Zf—AM	473 kHz	I II S	etwa 700 kHz
MW	580 kHz 1480 kHz	b, g d, i	2 (26 mm¹) 4 (178 mm¹)
LW	225 kHz	a, e	3 (94,5 mm¹)
KW	6 MHz 8,35 MHz	c h	1 (0 mm¹) (etwa 56 mm¹)
Zf—UKW	10,7 MHz AM 10,7 MHz FM	A, B, C D	
UKW	85 MHz FM 103 MHz FM 88 MHz FM 96 MHz FM	u²) v y z	1 (0 mm¹) 5 (205 mm¹)

Es bedeuten: 1 = Zeigerabstand in mm vom rechten Anschlag, Rotor eingedreht
2 = Abgleich durch Verbiegen der Spulenwindungen

Sämtliche Abgleichelemente sind jeweils auf max. Ausgangsspannung einzuregeln. Die Abgleichung des Zf-Saugkreises S geschieht auf minimale Ausgangsspannung

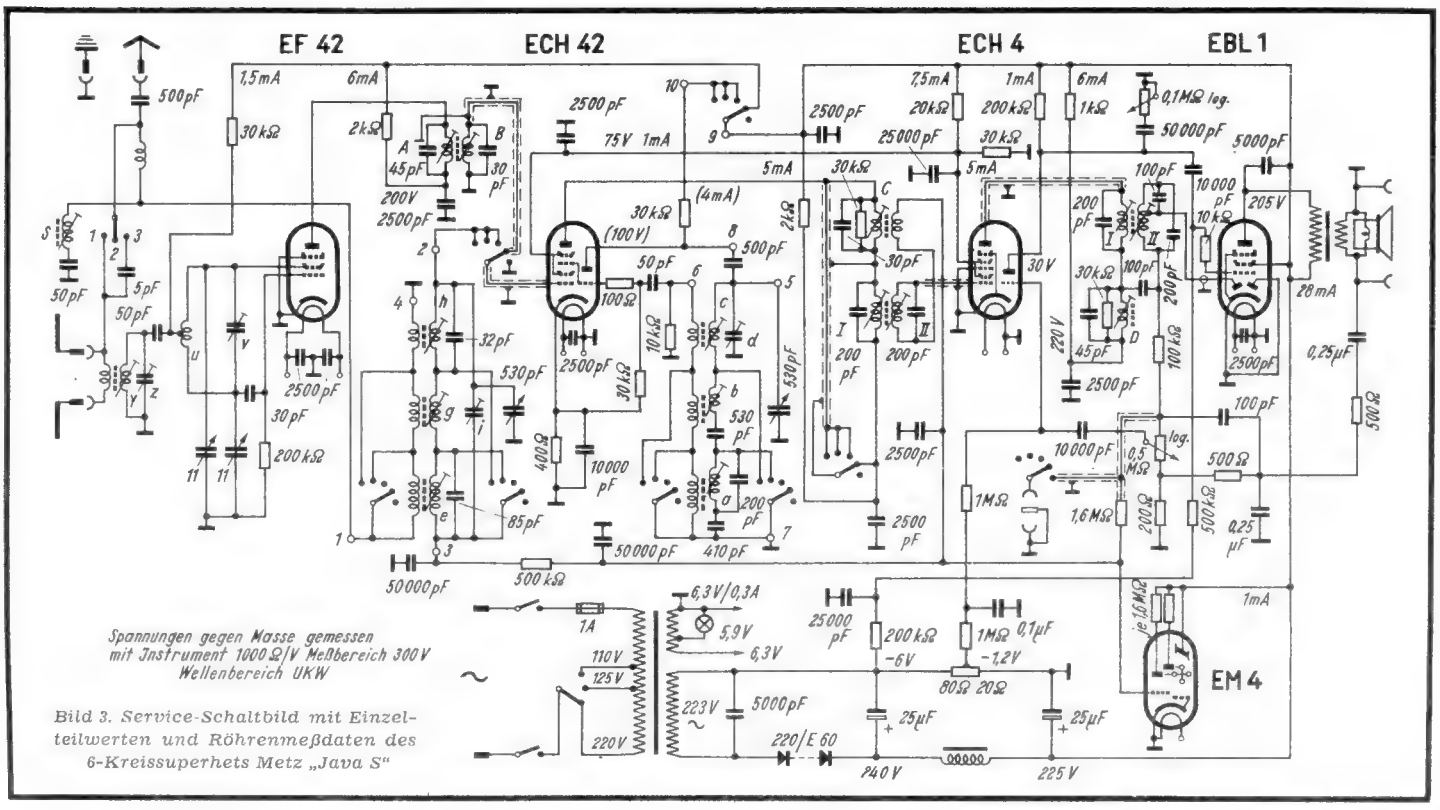


Bild 3. Service-Schaltbild mit Einzelteilwerten und Röhrenmeßdaten des 6-Kreissuperhets Metz „Java S"

Einführung in die Fernseh-Praxis

9. Folge: Ton- und Bild-Zwischenfrequenzverstärker

In unserer Aufsatzreihe „Einführung in die Fernseh-Praxis" kommen wir nun zur Besprechung der Zwischenfrequenzverstärker für Bild und Ton. Das vorliegende Heft enthält den Hauptteil dieses Kapitels, während der Schlußteil im folgenden Heft veröffentlicht wird.

3. Ton- und Bild-Zwischenfrequenzverstärker

Der Zwischenfrequenzteil eines Fernseh-Empfängers ist für das einwandfreie Arbeiten des ganzen Gerätes von größter Bedeutung, schon deshalb, weil in ihm das Schwergewicht der Verstärkung liegt. Wir müssen uns daher mit dieser Einheit ausführlicher befassen, zumal die elektrische Dimensionierung erheblich von der in der Rundfunk- und FM-Technik gebräuchlichen Bemessung abweicht.

Ton-Zf-Teil

Bild- und Ton-Zf-Verstärker werden an Hand von **Bild 34** gemeinsam besprochen. Den Tonteil streifen wir nur kurz, weil er sich nicht von den UKW-FM-Anordnungen unterscheidet. Es genügen drei Stufen einer mittelsteilen Röhre; im Versuchsaufbau des Verfassers kommt der Typ 6 SH 7 zur Anwendung. Die Zwischenfrequenz gelangt über die Spule L_8 auf den ersten Ton-Zf-Kreis und wird von dort in zwei Bandfilterstufen weiterverstärkt. Die Bandfilter sind unterkritisch gekoppelt, die Spulen befinden sich jeweils auf einer Wickeleinheit der Firma Mayr, Erlangen. Bei den verwendeten Kreiskapazitäten von 30 pF genügen für die Spulen L_9...L_{13} jeweils 17 Windungen Kupferdraht von etwa 0,2 mm Durchmesser, die jeweils in eine Kammer des Spulenkörpers gewickelt werden. Die Kopplung ist gerade dann richtig, wenn zwischen den zwei bewickelten Kammern vier weitere unbenutzte Kammern liegen. Die Zuführungsdrähte werden auf kürzestem Wege mit den Lötösen der Spulengrundplatte verbunden. Wird die zu der Spuleneinheit gehörende Abschirmhaube aufgesetzt, so reichen die dadurch hervorgerufene Wirbelstromdämpfung und die Dämpfung der Röhreneingangswiderstände gerade aus, um zusätzliche Dämpfungswiderstände überflüssig zu machen. Wer also nach den vorstehenden Angaben ein Ton-Zf-Filter baut, braucht nur noch die Kreise richtig abzugleichen. Das geschieht in bekannter Weise durch Abstimmen jedes Kreises für sich auf die Ton-Zf mit Hilfe der Eisenkerne. Bei der Messung wird jeweils der eine Kreis so stark verstimmt, daß seine Anwesenheit auf die richtige Abstimmung des anderen Kreises keinen Einfluß mehr hat. Bei sorgfältigem Vorgehen erhält man ein recht brauchbares Filter. Natürlich muß man die Abstimmung im Versuchsaufbau selbst, vor allem mit angeschalteten Röhren, vornehmen. Das gerade abzustimmende Filter soll unmittelbar weder mit dem Meßsender noch mit dem Röhrenvoltmeter verbunden werden. Will man also z. B. das Filter L_{10}, L_{11} richtig abstimmen, so gibt man auf das Gitter der ersten Röhre 6 SH 7 die Meßsenderspannung und legt in den Anodenkreis der zweiten Röhre 6 SH 7 an Stelle des Kreises mit der Spule L_{12} einen ohmschen Widerstand von einigen Kiloohm. An diesen wird das Röhrenvoltmeter angeschlossen. Nunmehr läßt sich ein rückwirkungsfreier Abgleich des zwischen den Röhren liegenden Bandfilters leicht vornehmen.

Die Spule L_{14} gehört bereits zu den Schwingkreisen des FM-Demodulators, von dem später die Rede sein wird.

Bild-Zf-Teil

Wir wenden uns nun dem Bild-Zf-Verstärker zu, der im oberen Teil von Bild 34 dargestellt ist. Dieser Verstärker muß, wie wir schon hörten, ein Band von etwa 5...6 MHz amplituden- und phasengetreu verstärken. Grundsätzlich hat man auch hier die Wahl zwischen verschiedenen Möglichkeiten, zu denen vor allem die Bandfilter-Anordnungen, die versetzten Kreise und die Kombination beider gehören. Vom Verfasser wurde die Methode der versetzten Kreise gewählt, weil dieses Verfahren sehr übersichtlich ist und eine einfache Einstellung der getrennten Schwingkreise gestattet. Es muß jedoch erwähnt werden, daß man mit Bandfiltern eine etwas größere Flankensteilheit und Verstärkung bei gleicher Röhrenzahl, Röhrenart und Bandbreite erhalten kann. Von diesem Vorteil wurde jedoch in der Versuchsausführung bewußt kein Gebrauch gemacht.

Schwingkreis-Induktivitäten

Wie Bild 34 erkennen läßt, sind im Zf-Verstärker fünf in der Frequenz gegeneinander versetzte Einzelkreise mit den Spulen L_1...L_5 vorgesehen. Die zugehörigen Kapazitäten werden aus den Schalt- und Röhrenkapazitäten gebildet, die Abstimmung geschieht also induktiv mit Hilfe von Eisenkernen. Durch diese Maßnahme erhält man ein Höchstmaß des für die Verstärkung wichtigen S/C-Verhältnisses, das vor allem die Verstärkung je Stufe bestimmt. Die Induktivität der Einzelspulen muß also so gewählt werden, daß jede Spule bei der betreffenden Frequenz mit den schädlichen Kapazitäten in Resonanz gerät. Eine genaue Vorausberechnung ist nicht möglich, weil die gesamte schädliche Kapazität sehr vom konstruktiven Aufbau abhängt. Zahlreiche frühere Messungen des Verfassers mit verschiedenen Röhren und voneinander abweichendem Aufbau haben gezeigt, daß der Gesamtwert innerhalb der Grenzen von 15 und 40 pF liegen kann. Als guter Mittelwert dürften 30 pF gelten. Aus diesem Wert und aus der Frequenz der Einzelkreise ergibt sich dann nach der Tomsonschen Formel ein Mittelwert der Spulen-Selbstinduktion, die bei den Mayr-Spulen in ausreichendem Maße mit Hilfe der Eisenkerne geändert werden kann. Für den Abgleich hat man jedenfalls genug Spielraum.

Frequenzverteilung und Einzelbandbreiten

Wir kommen nun zu der Frage, wie man die einzelnen Frequenzen der Kreise am besten verteilt, um eine einwandfreie Frequenzkurve des Bild-Zf-Verstärkers, aber auch eine einwandfreie Phasenkurve zu erhalten. Eine exakte Berechnung ist außerordentlich umständlich und führt zu wenig befriedigenden Ergebnissen. Systematische Untersuchungen, wie sie wohl erstmals von Strutt[1]) durchgeführt worden sind, liefern daher am schnellsten praktisch brauchbare Unterlagen. Auf die Angaben des genannten Autors hat sich der Verfasser vorzugsweise gestützt. Es wurde die grundsätzliche Konstellation nach **Bild 35** gewählt. Wir sehen dort drei gegeneinander versetzte Resonanzkurven, von denen die beiden äußeren die Bandbreite B haben, während die innere die Bandbreite 3 B aufweist. Ist die für den gesamten Verstärker erforderliche Bandbreite B_O, so ergibt sich nach Strutt die einfache Beziehung $B_O = 3{,}25\ B$. Nachdem B_O festliegt, kann mit Hilfe dieser Beziehung

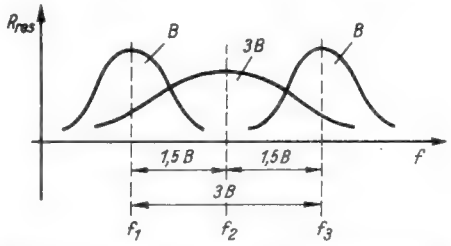


Bild 35. Zur Verteilung der Einzelfrequenzen und Ermittlung der erforderlichen Bandbreite (nach Strutt)

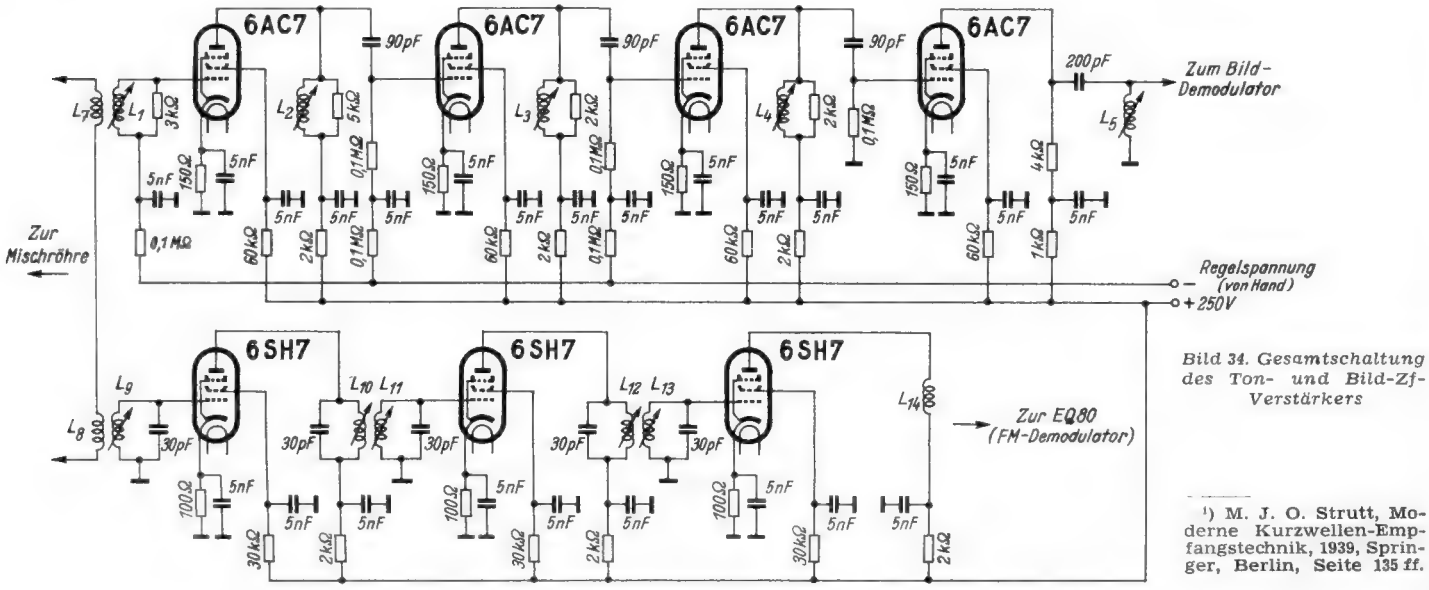


Bild 34. Gesamtschaltung des Ton- und Bild-Zf-Verstärkers

[1]) M. J. O. Strutt, Moderne Kurzwellen-Empfangstechnik, 1939, Springer, Berlin, Seite 135 ff.

und der in Bild 35 gegebenen Zusammenhänge die Verteilung der Einzelfrequenzen und die erforderliche Bandbreite der Einzelkreise ermittelt werden. Nachstehend sei beschrieben, wie man in unserem Fall vorgehen muß. Der Einfachheit halber wählt man eine etwas kleinere Gesamtbandbreite, etwa 4 MHz. Auf Grund der in Bild 27 gezeigten Lage der Frequenzbänder läßt sich die Mitte des geradlinigen Teils des Bild-Frequenzbandes zu etwa $f_2 = 20{,}1$ MHz bestimmen. Das entspricht der Resonanzfrequenz des mittleren Kreises nach Bild 35 mit der Bandbreite 3 B. Mit Hilfe der oben angegebenen Beziehung ermittelt man zunächst $B = B_O/3{,}25 = 4/3{,}25 = 1{,}23$ MHz. Dann ist $3\,B = 3 \cdot 1{,}23 = 3{,}7$ MHz. Für den auf die tiefste Frequenz abgestimmten Kreis mit der Bandbreite B findet man zunächst nach Bild 35 die Frequenz zu $f_1 = 20{,}1 - (1{,}5 \cdot B) = 20{,}1 - (1{,}5 \cdot 1{,}23) = 20{,}1 - 1{,}85 = 18{,}2$ MHz. Die Bandbreite beträgt, wie schon berechnet, $B = 1{,}23$ MHz. Schließlich sind noch die Daten des auf die höchste Frequenz abgestimmten Kreises zu bestimmen, die sich ähnlich wie vorhin mit Bild 35 zu $f_3 = 20{,}1 + 1{,}85 = 21.95$ MHz und zu $B = 1.23$ MHz ergeben.

Kreiswiderstände

Nachdem die Bandbreite und die Frequenzverteilung der Einzelkreise festliegen, kann man die höchstzulässigen Resonanzwiderstände dieser Kreise ermitteln. Rechnerisch ist das mit Hilfe der einfachen Beziehung $R = \frac{1}{2}\,\pi bC$ möglich, wobei b die jeweilige Bandbreite des Kreises, R deren Resonanzwiderstand und C die Kreiskapazität bedeuten. Die Rechnung hat jedoch nicht viel Sinn, weil man die schon vorhandene Dämpfung des Kreises, verursacht durch seine Verlustwiderstände und die Dämpfung der Röhrenwiderstände, niemals genau kennt. Man wird daher zweckmäßigerweise nach der oben angegebenen Formel den parallel zum Kreis zu legenden ohmschen Widerstand R berechnen, ihn in die Schaltung einbauen und die Bandbreite messen. Sie wird in den meisten Fällen größer sein als der berechnete Wert, wofür die soeben erwähnten Nebeneinflüsse verantwortlich zu machen sind. Dann muß man den Dämpfungswiderstand empirisch so lange vergrößern, bis sich die richtige Bandbreite einstellt.

Im Versuchsaufbau des Verfassers ergaben sich unter Verwendung des Schaltbildes nach Bild 34 folgende, in der nachstehenden Tabelle zusammengestellten Werte:

Spule	Resonanzfrequenz (MHz)	b (MHz)	R (Ω)	L (µH)	w
L_2	18,2	1,3	5000	2,5	14
L_3	20,0	3,7	2000	2,1	13
L_4	20,0	3,7	2000	2,1	13
L_5	22,0	1,3	4000	2,7	13

Unter R ist dabei der ohmsche Widerstand zu verstehen, den man den Spulen parallel schalten muß, damit sich jeweils die Bandbreite b ergibt. Dieser Wert ist empirisch ermittelt und liefert in Parallelschaltung mit dem endlichen Resonanzwiderstand des nur durch die Röhren bedämpften Kreises gerade denjenigen Gesamtwiderstand, bei dem die richtige Bandbreite b bei einer mittleren Kreiskapazität von C = 30 pF erscheint. Der Wert von L wurde einfach nach der Thomsonschen Formel aus der Resonanzfrequenz und der Kreiskapazität errechnet. In der Praxis verschiebt sich L wegen der Dämpfung um einen bestimmten Betrag, der jedoch durch die Eisenkern-Abstimmung erfaßt werden kann. In die vorstehende Tabelle ist weiterhin die Windungszahl w eingetragen, die auf den Mayr-Spulenkörpern aufzubringen ist, um die richtige Resonanzfrequenz zu erhalten. Man verwendet doppelt-seideisolierten Kupferdraht von etwa 0,3 mm. Der genaue Durchmesser spielt keine große Rolle.

In der vorstehenden Tabelle ist die Spule L_1 noch nicht enthalten. Ihre Resonanzfrequenz wurde versuchsweise so gelegt, daß das gesamte Band in Richtung tiefer Frequenzen noch ein wenig angehoben wird. Die durch Messung ermittelten Daten sind:

Spule	Resonanzfrequenz (MHz)	b (MHz)	R (Ω)	L (µH)	w
L_1	17,3	2	3000	2,8	15

Mit Hilfe der oben dargestellten Zusammenhänge läßt sich auch eine Formel aufstellen, die die Gesamtverstärkung eines Verstärkers mit versetzten Kreisen zu berechnen gestattet. Wie man die Formel findet, soll hier nicht weiter angegeben werden. Es genügt, wenn man sich zunächst an die oben ermittelten Daten hält. Bei richtiger Abstimmung der gesamten Verstärkerkaskade kommt man unter Verwendung der in Bild 34 vorgesehenen Röhren auf eine Gesamtverstärkung des Zf-Teils von etwa $5 \cdot 10^3$. Das reicht aus, da für einen brauchbaren Fernseh-Empfang ohnehin immer Eingangsspannungen vorhanden sein müssen, die nur wenig unter 1 mV liegen.

Gesamtschaltung

Wir wenden uns nun nochmals kurz der Gesamtschaltung nach Bild 34 zu. Dort sind in jeder Stufe die Spulen $L_1 \ldots L_5$ mit den zugehörigen Dämpfungswiderständen dargestellt. L_1 liegt im Gitterkreis der ersten Röhre, $L_2 \ldots L_4$ sind in den Anodenkreisen angeordnet, während als Außenwiderstand der letzten Röhre der ohmsche Dämpfungswiderstand (4000 Ω) dient, dem die Spule L_5 wechselstrommäßig über eine Kapazität von 200 pF parallel geschaltet ist. Wellenfallen oder sonstige besondere Trennkreise für die Tonfrequenz haben sich nicht als notwendig erwiesen. Die Röhrenstufen sind jeweils über Kapazitäten von 90 pF miteinander gekoppelt. Die Schirmgitterspannungen werden über Vorwiderstände gewonnen, jede Anodenleitung erhält einen besonderen Siebwiderstand von 2000 Ω. Die Schirmgitter-, die Katoden- und die Anoden-Nullpunkte sind jeweils mit möglichst selbstinduktionsfreien Kondensatoren von 5000 pF gegen den Nullpunkt überbrückt. Es eignen sich z. B. die sog. „Sicatrop"-Kondensatoren; es gibt allerdings auch noch bessere Ausführungen, wie sie z. B. die Firma Stemag liefert.

Aus Bild 34 geht hervor, daß man die ersten drei Bild-Zf-Röhren gitterseitig von Hand regeln kann. Diese Regelung dient, wie wir später sehen werden, zur Einstellung des richtigen Bildkontrastes. Sobald wir zur Besprechung der gesamten Fernseh-Empfangsanlage kommen, werden wir diesen Punkt nochmals erwähnen.

Abgleich des Bild-Zf-Verstärkers

Man darf nicht erwarten, daß der Bild-Zf-Teil sofort nach Aufbau den theoretisch vorausbestimmten Frequenzgang aufweist. Wir wollen deshalb die vorzunehmenden Abgleichmaßnahmen kurz betrachten.

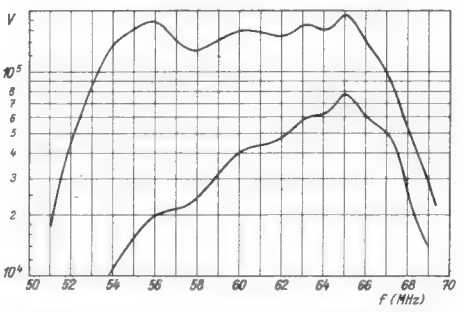


Bild 36. Verformung von Frequenzkurven durch falschen Abgleich

Zunächst gleicht man jeden Kreis einzeln ab, wobei der betreffende Kreis, wie schon oben beschrieben, zwischen zwei Röhren geschaltet wird. Man führt jetzt dem Gitter der ersten Röhre die Meßsenderspannung zu, während das Röhrenvoltmeter an einen im Anodenkreis der zweiten Röhre liegenden Widerstand angeschlossen ist. Nun kann der zwischen beiden Röhren liegende Kreis verstimmungsfrei mit dem Eisenkern abgeglichen werden. Auf diese Weise geht man bei sämtlichen Kreisen vor. Danach untersucht man die Gesamtkurve, indem man den Meßsender an den Eingang, das Röhrenvoltmeter an den Ausgang des Verstärkers schaltet. Es wird sich jetzt zeigen, daß die Gesamtkurve von der theoretischen Kurve nicht unerheblich abweicht. Will man sie „ausbügeln", so erfolgt das am besten mit einem guten Frequenzwobbler, der das gesamte Band bestreichen muß. Derartige Einrichtungen befinden sich zwar auf dem Markt, sind aber recht teuer. Man kann sich daher derart helfen, daß man zunächst die Gesamtkurve punktweise aufnimmt und dann überlegt, welche Spulen voraussichtlich ein wenig verstellt werden müssen. Sinkt die Kurve z. B. in Richtung tiefer Frequenzen zu schnell ab, so ist die Resonanzfrequenz der Kreise mit den kleinsten Frequenzwerten durch die Eisenkerne ein wenig zu erhöhen. Das hat allerdings stets Rückwirkungen auf den Verlauf anderer Kurventeile. Man braucht also einiges Fingerspitzengefühl, um ohne umfangreiche Versuche zum Ziel zu kommen. Auf jeden Fall erhält man aber mit Hilfe einiger Überlegungen sehr bald eine befriedigende Frequenzkurve.

Wie sehr durch eine unrichtige Einstellung die Gesamt-Frequenzkurven verformt werden können, zeigt **Bild 36.** Es bezieht sich zwar auf einen anderen Breitbandverstärker, ist jedoch in diesem Zusammenhang besonders aufschlußreich. In **Bild 37** sehen wir die Gesamtfrequenzkurve der Schaltung nach Bild 34, wie sie sich nach dem ersten Abgleichen ergeben

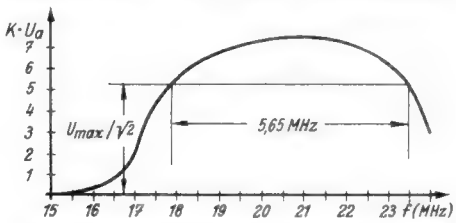


Bild 37. Unkorrigierte Frequenzkurve der Schaltung nach Bild 34

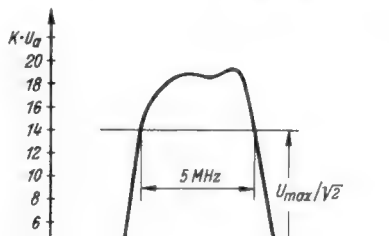


Bild 38. Korrigierte Frequenzkurve der Schaltung nach Bild 34

hat. Der Abfall in Richtung tiefer Frequenzen erschien ein wenig zu flach. Durch systematisches Verstellen der Eisenkerne konnte dann die Kurve nach **Bild 38** erzielt werden, die eine effektive Bandbreite von 5 MHz mit befriedigender Flankensteilheit aufweist. Auf eine Erweiterung der Bandbreite bis 6 MHz wurde im Interesse der Verstärkung und im Hinblick darauf verzichtet, daß das Auflösungsvermögen der verwendeten Bildröhre angesichts des relativ kleinen Formats ohnehin nicht die volle Ausnutzung des Bandes von 6 MHz gestattet.

(Forts. folgt) Ing. Heinz Richter

Radio-Meßtechnik

Eine Aufsatzfolge für den Funkpraktiker (25. Folge)

◊ 29. Isolationswiderstandsmesser (Schluß)

d) Isolationsmesser für Widerstände von 0,3...300 000 MΩ

Bild 134 zeigt die vollständige Schaltung eines einfachen, betriebssicheren Isolationsmessers. Der Meßbereich reicht von 0,3... 300 000 MΩ. Damit können auch sehr verlustarme Kondensatoren und Einzelteile aus hochwertigen Isolierstoffen geprüft werden. Eine Absolutmeßgenauigkeit von ± 10 % ist bei Befolgen des nachstehend beschriebenen Aufbaues unschwer zu erreichen. Der Gesamtmeßbereich ist in 11 Teilbereiche unterteilt:

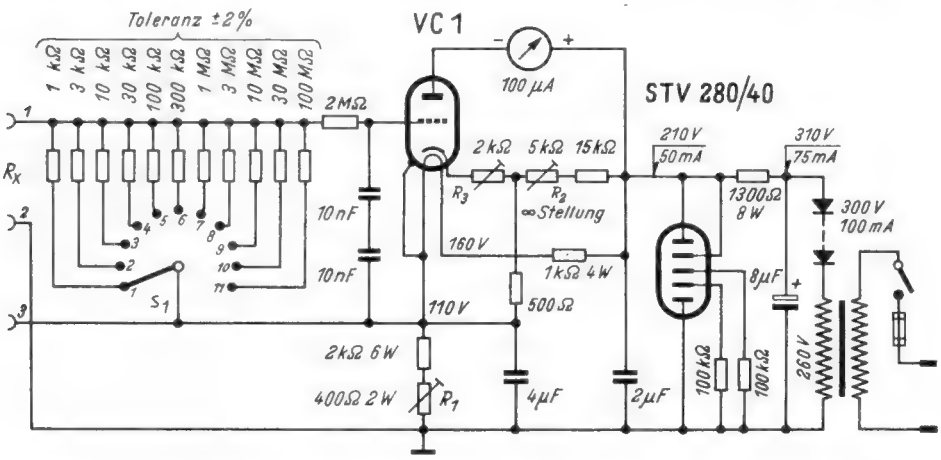


Bild 134. Vollständige Isolationsmesser-Schaltung mit dem Meßbereich 0,3...300 000 MΩ

S_1	Meßbereiche
1	0,3... 3 MΩ
2	1 ... 10 MΩ
3	3 ... 30 MΩ
4	10 ... 100 MΩ
5	30 ... 300 MΩ
6	100 ... 1 000 MΩ
7	300 ... 3 000 MΩ
8	1 000 ... 10 000 MΩ
9	3 000 ... 30 000 MΩ
10	10 000 ... 100 000 MΩ
11	30 000 ... 300 000 MΩ

Eine Erweiterung des Meßbereiches bis 3 000 000 MΩ = 3 TΩ ergibt sich mit einer äußeren Meßspannung von 1 000 V.

Bild 135 zeigt die zweiteilige Skala des Gerätes. Durch die Bereichstufung 1:3 bzw. 1:3,33 kann das Meßergebnis jeweils an einem gedehnten Skalenbereich mühelos abgelesen werden. Grundsätzlich arbeitet der Meßteil der Schaltung nach Bild 133. Als Meßröhre wird der Typ VC 1 verwendet. Heiz- und Anodenstrom können so über die Stabilisatorröhre STV 280/40 bezogen werden. Im übrigen ist der Stromversorgungsteil normal ausgeführt. Die am Stabilisator liegende Spannung von 210 V ist so aufgeteilt, daß 110 V als negative Meßspannung und 100 V als positive Anodenspannung wirksam sind. Die Nulleitung liegt am Kontaktarm des Bereichschalters S_1. Besondere Beachtung beim Aufbau dieses Gerätes erfordern die Isolationsverhältnisse zwischen Nulleitung und der vom Gitter zur Meßklemme (1) führenden Leitung.

Ausreichende Isolation (≥ 5 000 MΩ) kann hergestellt werden, wenn diese Leitung auf zwei etwa 50 mm langen Isolierstützen (10 mm Durchmesser) aus Hartgummi aufgebaut wird. Die Meßklemme (1) sitzt konzentrisch in einer Scheibe aus Calit, Plexiglas oder Trolitul mit etwa 70 mm Durchmesser und etwa 2 mm Stärke hinter einem Frontplattenausschnitt von etwa 50 mm Durchmesser. Die anderen beiden Anschlüsse (2) und (3) können gewöhnlich isolierte Meßklemmen oder Buchsen sein. Sämtliche Gitterwiderstände liegen ohne weitere Stützpunkte zwischen der Leitung (1) und den Lötfahnen des Bereichschalters. Die üblichen im Handel erhältlichen Stufenschalter mit einer Kontaktplatte aus Hartpapier oder keramischen Isolierstoff sind für diesen Verwendungszweck wegen unzureichender Isolation zwischen den Kontakten nicht brauchbar. Auch die Isolation zwischen den Kontakten und der Achse ist meist ungenügend. Man kann jedoch einen Teil der Mechanik eines handelsüblichen Schalters verwenden und sich eine Kontaktplatte nach **Bild 136** anfertigen. Als Isolierstoff ist z. B. Hartgummi gut geeignet. Diese Platte, etwa 5 mm stark, erhält zwischen den Kontakten etwa 25 mm lange Einschnitte und wird zur Erhöhung des Oberflächenwiderstandes allseitig gut poliert. Der Übergangswiderstand zwischen Schleifer und Kontakten spielt nur eine unbedeutende Rolle.

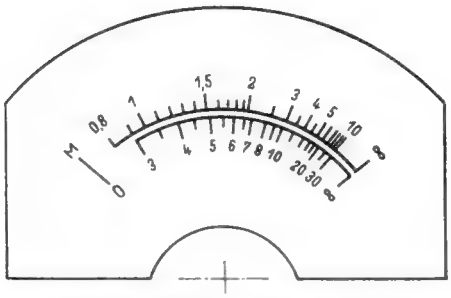


Bild 135. Skala des Isolationsmessers nach Bild 134

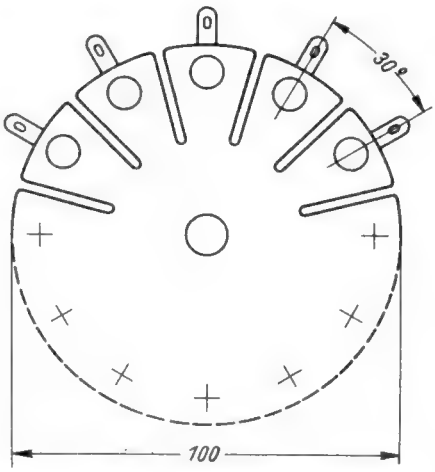


Bild 136. Kontaktplatte des Bereichschalters S_1 in Bild 134

Am Gitter liegt ein RC-Siebglied mit 2 MΩ und 5 nF, wobei der Kondensator zur Erzielung eines sehr hohen Isolationswiderstandes aus einer Reihenschaltung von zwei Styroflexkondensatoren zu je 10 nF gebildet ist.

Frontplatte und Chassis sind möglichst aus Blech auszuführen. Das Blech wirkt zwischen positiver Anodenspannung und Gitterleitung als galvanischer Spannungsschirm. Die Verwendung eines Aufbaugestelles z. B. aus Hartpapierplatten wäre zwar möglich, es müßten hierbei aber besondere Schutzringschaltungen angewandt werden. Das Gerätegehäuse muß allseitig geschlossen sein, um das Eindringen von Staub und Feuchtigkeit zu unterbinden.

Der erstmalige Abgleich und die Eichung des Gerätes sind einfach Zwischen den Anschlüssen 2 und 3 muß eine Spannung von 110 V vorhanden sein. R_1 mit Abgriffschelle wird hierfür entsprechend abgeglichen. Sodann wird das Drahtpotentiometer R_2 für einen Anodenruhestrom von 100 µA eingeregelt. Der Strommesser zeigt hiermit Vollausschlag. Legt man nun an die Anschlüsse 1 und 3 eine Gleichspannung von 0,5 V (mit + an 3), so muß der Strommesserausschlag auf etwa 5 µA zurückgehen. Andernfalls ist der Katodenwiderstand R_3 zu verändern, der Ruhestrom wieder auf 100 µA richtigzustellen und die Messung zu wiederholen, bis obige Bedingung erfüllt ist. Dann folgt die Wiederstandseichung. Normalwiderstände sind hierzu nicht erforderlich. Es genügt die Eichung des Röhrenvoltmeters und eine einfache Umrechnung wie im vorhergehenden Abschnitt c) gezeigt. Zur Eichung des Röhrenvoltmeters legt man an die Klemmen 1 und 3 wieder eine Gleichspannung von 0,5 V, erniedrigt diese in Stufen zu 0,05 V bis Null und notiert die jeweiligen Strommesserausschläge. Aus diesen Strom- und Spannungswerten wird sodann auf Millimeterpapier eine Eichkurve gezeichnet. Hieraus lassen sich die beiden R_x-Skalenteilungen ermitteln.

Die Skalenteilung 1...10 gehört zu den Gitterwiderständen 3 kΩ, 30 kΩ, 300 kΩ, 3 MΩ und 30 MΩ, die Skalenteilung 3...30 zu 1 kΩ, 10 kΩ, 100 kΩ, 1 MΩ, 10 MΩ und 100 MΩ.

Das Zeichnen der Skala erfordert einige Übung und geeignete Hilfsmittel. Weniger Geübte können die Skala in etwa vierfacher Größe zeichnen, dieses Blatt fotografieren und eine Kopie in richtiger Größe herstellen lassen.

(Fortsetzung folgt.) Ing. J. Cassani.

KURZWELLEN-Rundfunk

Äthiopien

Die bekannte, jedoch schwer zu empfangende Station „ETA" in Addis Abeba sendet ein Programm in englischer Sprache um 16.15 Uhr MEZ. Die Frequenz ist 9620 kHz (31,19 m), die Leistung beträgt 1 kW. Empfangsberichte werden bestätigt, wenn diese an: Radio Addis Abeba, 83 Patriots Road, Addis Abeba, Äthiopien, gesendet werden.

Chile

„Radio Nuevo Mundo" lautet die Ansage der Station „CE-1174" in Santiago de Chile auf 11 740 kHz (25,55 m). Empfangsmöglichkeit von 00.00 bis 02.00 Uhr MEZ. Sendeleistung 4 kW.

Costa Rica

Die Station „TIRS" in San José arbeitet auf 11 980 kHz (25,04 m) und kann gut nach 03.00 Uhr MEZ gehört werden.

Dominikanische Republik

Aus diesem Land sind zwei Stationen gut zu hören, und zwar: „La Voz de Fundacion" auf 6150 kHz (48,78 m) mit dem Rufzeichen „HI-1-R" und einer Sendeleistung von 250 W. Beste Empfangszeit von 01.00 Uhr MEZ bis zum Sendeschluß um 02.11 Uhr MEZ. Empfangsberichte an La Voz de Fundacion, Calle Constitucion, San Cristobal, Dominikanische Republik. Außerdem ist zu hören „La Voz de Reeleccion" auf 9680 kHz (30,99 m) von 23.00 bis 24.00 Uhr MEZ. Rufzeichen: HI-2-A"; Berichte an: La Voz de Reeleccion, Cafe del Yaque, Santiago de los Caballeros, Dominikanische Republik.

Grönland

Die Station „OXI" in Goodthab, die auf 5942 kHz (50,49 m) mit 1 kW Leistung sendet, wird in Kürze die bisherige Sendezeit von 22.45 bis 23.15 Uhr MEZ erheblich ausdehnen. Empfangsberichte sind erwünscht an: Goodthab Radiofonien, Goodthab, Grönland.

LEHRBAUSATZ »Radioempfänger«

Ein wichtiges Schulungsgerät für den Radiopraktiker (7. Teil)

Im Rahmen dieser Artikelserie wurden bisher veröffentlicht:

1. Teil: Einheit A: Netzteil (Heft 9, 1950, S. 139)
2. Teil: Einheit B: Nf-Teil (Heft 15, 1950, S. 242)
3. Teil: Einheit B: Übungsaufgaben (Heft 17, 1950, Seite 289)
4. Teil: Einheit C: Abstimmteil und vollständiger Einkreisempfänger (Heft 20, 1950, Seite 337)
5. Teil: Einheit D: Hf - Verstärker und Zweikreisempfänger
   Einheit E: Zf-Bandfilter mit Rückkopplung (Heft 23, Seite 401)
6. Teil: Einheit F: Oszillator (H. 1, 1951, S. 11)

Einheit G. Zf-Gleichrichter

Der Vierkreissuper mit rückgekoppeltem Zf-Audion stellt bereits ein gutes Fernempfangsgerät dar. Er hat jedoch den Nachteil, daß das Audion nur Hf-Spannungen bis etwa 0,5 V einwandfrei verarbeitet (vgl. Bild 17). Außerdem liefert es keine direkt zur automatischen Lautstärkeregelung (ALR) geeignete Regelspannung.

Für hochwertige Geräte wird daher stets Diodengleichrichtung angewandt. Sie richtet beliebig hohe Empfangsspannungen verzerrungsarm gleich und liefert genügend große Regelspannungen für eine automatische Lautstärkeregelung. Allerdings sind wegen der fehlenden Rückkopplung Empfindlichkeit und Trennschärfe geringer als beim Audion. Ein Überlagerungsempfänger mit Diodengleichrichtung muß daher eine weitere Verstärkerröhre und ein oder mehrere zusätzliche Abstimmkreise erhalten, um ausreichende Empfindlichkeit und Trennschärfe zu erzielen. Dadurch ergibt sich auch genügend Verstärkungsreserve zum Ausgleich von Schwunderscheinungen.

Einheit G stellt einen Zf-Diodengleichrichter mit getrennter Signal- und Regelspannungserzeugung dar (**Bild 49**). Es wird nur eine Duodiode EB 11 verwendet, um auch hier für den Unterricht ganz klare, übersichtliche Verhältnisse gegenüber Verbundröhren, wie EBF 11, EBL 11 oder EAF 42 zu schaffen. Als Zf-Filter wird der Typ Bv 640 der Fa. Strasser verwendet.

Regelspannungserzeugung[1])

Die Regeldiode ist über einen Kondensator von 50 pF an den Primärkreis gekoppelt, weil sich dort größere Regelspannungen ergeben. Die Richtspannung entsteht an dem zwischen Dioden-Anode und der Leitung 5 liegenden 1-MΩ-Widerstand. Potential 61 wird dabei negativ. Diese negativ gerichtete Spannung wird durch das Siebglied 1 MΩ/20 nF von Hochfrequenzresten gesäubert und als Regelspannung auf die Leitung 2 gegeben.

In der Katodenzuführung der Regeldiode liegt der Schalter V-U. In Stellung U ist die Katode geerdet, die Regelung arbeitet „unverzögert". Die ALR setzt bei den kleinsten Hf-Spannungen sofort ein und regelt bereits schwache Sender noch weiter herunter.

[1]) Vgl. „Funktechnik ohne Ballast", Abschnitt „Automatische Lautstärkeregelung".

Um dies zu verhindern, gibt man in Stellung V=„Verzögert" der Dioden-Katode über Leitung 15 eine kleine positive Spannung. Die Dioden-Anode ist dann negativer als die Katode, und bei kleinen Hf-Spannungen kann kein Diodenstrom fließen. Es wird keine Regelspannung erzeugt. Das Gerät arbeitet mit höchster Verstärkung. Erst bei Hf-Spannungen, die größer als die Verzögerungsspannung sind, fließt Diodenstrom, und die Regelung setzt ein.

Jede Diodengleichrichtung dämpft den angeschlossenen Schwingkreis (vgl. „Funktechnik ohne Ballast", Abschnitt „Diodengleichrichtung"). Bei Serienschaltung von Diode und Belastungswiderstand beträgt der Dämpfungswiderstand $R_d \approx R/_2$, bei Parallelschaltung $R_d \approx R/_3$. Diese Dämpfung macht sich bemerkbar, wenn die Diode Strom führt, nicht aber, wenn sie durch die Verzögerungsspannung verriegelt ist. Pendelt nun zufällig die Amplitude eines Senders um den Wert der Verzögerungsspannung, so tritt die Dämpfung stoßweise nur bei Amplitudenspitzen auf. Aus diesem Grunde ist es ebenfalls zweckmäßig, die Regeldiode am Primärkreis des Bandfilters abzugreifen. Bei Abgriff am Sekundärkreis würde die stoßweise Belastung Verzerrungen der Niederfrequenz verursachen.

Empfangsgleichrichtung

Die Empfangs- oder Signaldiode ist an den Sekundärkreis angeschlossen. Hier wird stets die Diodenstrecke mit dem Belastungswiderstand in Serie geschaltet. Die am Punkt 64 vorhandene Tonfrequenzspannung wird mit 100 kΩ/50 pF gesiebt und über die Abschirmleitung 16 zum Nf-Verstärker geführt.

Die Belastung einer Signaldiode setzt sich zusammen aus:

a) dem reinen Gleichstromwiderstand zwischen Fußpunkt des Schwingkreises und Bezugsleitung,

b) dem parallelliegenden Wechselstromwiderstand, gebildet aus Kopplungskondensator und Gitterableitwiderstand der folgenden Röhre.

Der Gesamtwiderstand der Parallelschaltung soll sich möglichst wenig von dem Gleichstromwiderstand unterscheiden, sonst treten bei der Gleichrichtung von tief modulierten Sendern Verzerrungen auf. Daher wird der Richtwiderstand einer Signaldiode trotz der größeren Dämpfung des Kreises ziemlich klein gewählt (200...300 kΩ), damit der meist folgende 1-MΩ-Lautstärkeregler nur geringen Einfluß auf den Gesamtwiderstand hat.

Stückliste

Stückzahl	Bezeichnung	Typ
1	Schichtwiderstand	100 kΩ, 10%, 0,5 W
1	Schichtwiderstand	300 kΩ, 10%, 0,5 W
2	Schichtwiderstand	1 MΩ, 10%, 0,5 W
2	Röhrchenkondensator	50 pF keramisch
1	Röhrchenkondensator	100 pF keramisch
2	Rollkondensator	25 000 pF, 250/750 V
1	Röhre	EB 11, EB 41
1	Röhrenfassung	
1	Kippumschalter (mit Silberkontakten)	
1	Bandfilter	Bv 640 (Strasser)
1	16pol. Buchsenleiste	zu den übrigen
1	16pol. Steckerleiste	Einheiten passend

Mechanischer Aufbau

Die Zf-Dioden-Gleichrichterstufe wird nach **Bild 50** auf einem schmalen Chassis 240×100×50 mm ähnlich wie die Einheit E aufgebaut. Die Kontakte an den 16teiligen Verbindungssteckern sind so gewählt, daß der Primärkreis des Bandfilters als Anodenkreis der Hf-Verstärkerstufe D dient und ihr gleichzeitig über Leitung 2 die Regelspannung zuführt. Auf der Ausgangsseite liegt Leitung 16 am Nf-Verstärkereingang der Einheit B.

Die **Bilder 51** und **52** geben weitere Hinweise für den Aufbau. Die Leitungen 6, 61 und 63 sind kurz und freitragend zu verlegen. Leitung 63 ist dabei möglichst weit entfernt von 6 und 61 zu führen, sonst entsteht eine zusätzliche kapazitive Kopplung zwischen den Scheitelpunkten der Zf-Kreise, und die Bandfilterkurve wird schief und zu breit.

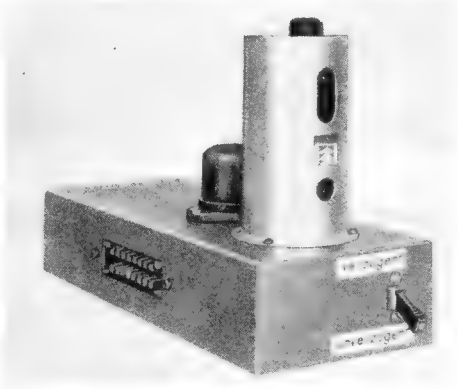


Bild 51. Vorderansicht der Einheit G

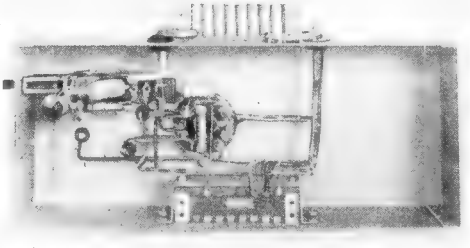


Bild 52. Verdrahtungsansicht der Einheit G

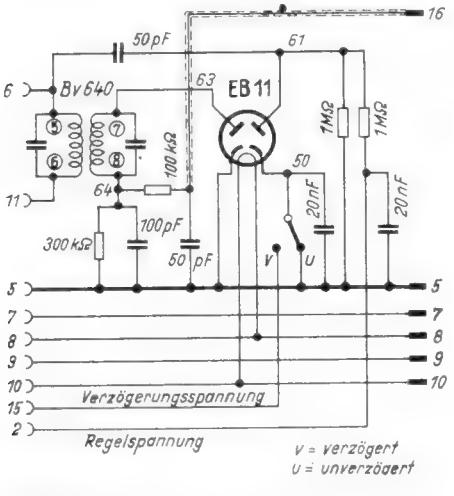
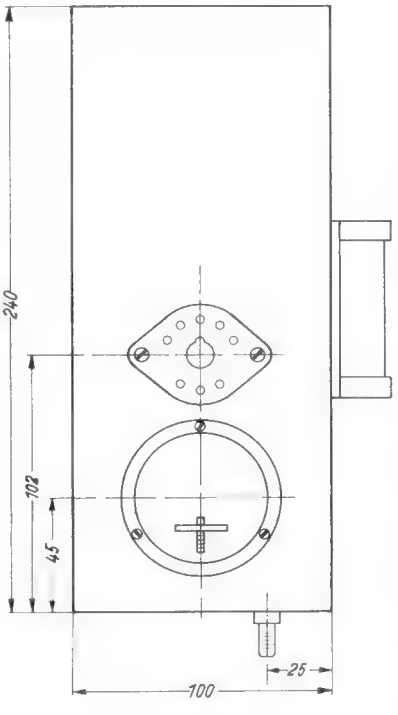


Bild 49. Schaltbild der Zf-Diodengleichrichterstufe Einheit G



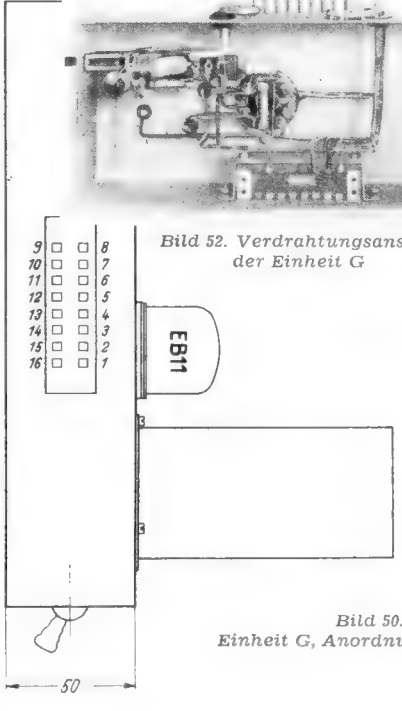


Bild 50. Einheit G, Anordnung der Teile

Alle übrigen Leitungen sind sauber gebündelt als Kabelbaum zu verlegen. Leitung 16 ist abzuschirmen. Freie Lötösen der Röhrenfassung dienen als Stützpunkte. An Stelle der Röhre EB 11 können auch andere Duodioden mit getrennten Katoden, z. B. die Röhre EB 41 oder entsprechende amerikanische Typen verwendet werden.

Übungsaufgaben

Mit Einheit G läßt sich kein vollständiges Gerät bauen, doch geben einige Messungen Aufschluß über die Arbeitsweise.

1. Vierkreissuper aus den Einheiten F-D-E-B-A nach Teil 6 (FUNKSCHAU 1951, Nr. 1, S. 11) zusammenstellen und Empfindlichkeit für 1 000 kHz bei angezogener Rückkopplung messen.
2. Teil E gegen Teil G austauschen, und die Einheiten folgendermaßen umschalten:

   Teil D auf „ALR"

   Teil E auf „Unverzögert"

   Teil B auf „Nf" (Nf-Verstärkung).

   Die Audiongleichrichtung ist dann durch die Diodengleichrichtung mit Nf-Verstärkung ersetzt. Die Handlautstärkeregelung erfolgt jetzt im Nf-Teil und nicht mehr in der Mischstufe, die nun automatisch geregelt wird.
   Das Zf-Filter im Teil G ist sorgfältig auf die Zwischenfrequenz abzugleichen und danach wieder die Empfindlichkeit zu messen. Sie ist bedeutend geringer, da die verstärkende Wirkung der Rückkopplung fehlt.
3. Bei Ortsempfang sind rein gehörmäßige Klangvergleiche für die beiden Gleichrichtungsarten durchzuführen. Die Diodengleichrichtung hat bei voll aufgedrehtem Lautstärkeregler die bessere Klangqualität.

(Fortsetzung folgt) O. Limann

FUNKSCHAU - Auslandsberichte

Amerikanische Notizen

W. W. MacDonald notierte im Februar u. a.: Der nationale Notstand „zieht der Farbfernseh-Entscheidung der FCC die Zähne"; die Produktion von Schwarz-Weiß-Geräten sei schwierig genug.

In elektronischen Rechengeräten werden vorzugsweise folgende Röhren verwendet: die Beam-Tetroden 6 AN 5, 6 AQ 5, 6 L 6, 25 L 6, 50 B 5; die Pentoden 6 AG 7, 6 AK 5, 6 AU 6, 6 SJ 7, 7 AD 7; als Schaltröhren die Typen 2 C 51, 6 J 6, 6 SN 7, 6 SL 7, 12 AT 7, 12 AU 6, 12 AX 7, 6587, 5963, 5964 und als Amplitudensieb-Röhren (gating tubes) die 6 AS 6, 6 BE 6, 7 AK 7 und 5915.

Die Launen schlecht funktionierender Germaniumdioden werden mit folgenden Ausdrücken beschrieben: creeper (Kriecher), dancer (Tänzer), dillidallier (Zeit-Vertrödler), up-drifter (etwa: Aufwärtsläufer) und down-drifter (etwa: Abwärtsläufer).

Wiener Ingenieure können durch einfaches Wählen bestimmter Nummern einen 1000-Hz-Ton oder den Stimmton 440 Hz (a) hören, den die Telefongesellschaft vom österreichischen Bureau of Standard mit Quarzgenauigkeit bezieht.

(Electronics, Februar 1951, Seite 11.) hgm

Radioaktiver Schneemelder

In den menschenleeren Gebirgsgegenden West-Amerikas ist die zuverlässige Überwachung der Niederschläge von großer wirtschaftlicher Bedeutung. In den letzten zwei Jahren wurde daher eine Einrichtung entwickelt, die folgendermaßen arbeitet: Ein gammastrahlendes Cobalt - 60 - Isotop wird am unteren Ende eines Bleirohres, das die Strahlung auf etwa 45 cm Durchmesser begrenzt, befestigt und — eingebettet in einen Betonklotz — in die Erdoberfläche gebracht. In einigem Abstand darüber ist ein Geiger-Müller-Zählrohr aufgehängt, so daß jeder Niederschlag die vom Zählrohr aufgefangene Strahlung mehr oder weniger absorbiert. Die gezählten Stöße (zwischen 120 und 20 000 je Minute) schieben die Frequenz eines Hilfsträgers im Tonfrequenzgebiet zwischen ihrem Sollwert und einem anderen Wert hin und her. Der so modulierte Hilfsträger wird zur Frequenzmodulation eines ½-Watt-Senders auf dem 170-MHz-Band herangezogen, wobei man mit einer hochfrequenten Bandbreite von nur 1 kHz auskommt. Durch eine Schaltuhr wird der über Zerhacker aus Nickel-Cadmium-Sammlern gespeiste Sender in regelmäßigen Abständen für jeweils 5 Minuten eingeschaltet. Sorgfältige Eichung der Anlage und regelmäßige automatische Überwachung des Zählrohrs mit einem geeichten Beta-Strahler (Strontium 90) ermöglichen eine höhere Meßgenauigkeit als andere Methoden. Die praktische Anzeige von Schneedecken und äquivalenten Wassersäulen entspricht weitgehend den theoretischen Erwartungen.

(Electronics, Februar 1951, Seite 88.) hgm

Fernsehgeräte als Einflieger

An Hand der Ergebnisse langjähriger Versuche erörtert Devon Francis die Möglichkeiten für die Ablösung von Versuchspiloten durch Fernsehgeräte und für entsprechende militärische Anwendungen. Die ersten brauchbaren Fernsehgeräte für diese Zwecke wurden schon 1935 von der RCA entwickelt und u. a. im letzten Krieg dazu verwendet, unbemannte und mit Sprengstoffen beladene B-17-Flugzeuge in die militärischen Basen Helgolands zu stürzen. Das hier beschriebene Verfahren arbeitet hochfrequenzseitig mit einem Mehrkanal-Trägerfrequenzsystem, bei dem neun Kanäle für die Übertragung von insgesamt 35 Steuerkommandos und zwei Kanäle für die Fernsehübertragung des Instrumentenbrettes und des Horizonts in Flugrichtung aus der ferngesteuerten Maschine benutzt werden.

Dieses unbemannte Flugzeug kann für Start und Landung von der beweglichen Bodenstation, in der Luft von einem Mutterflugzeug aus gesteuert werden. Der Pilot des Mutterflugzeugs steht dabei über einen weiteren Kanal mit der Bodenstation in Sprechverbindung. Da auch diese beide Fernsehbilder empfangen kann, besteht neben besserer taktischer Führung auch die Möglichkeit, durch laufendes Filmen der Schirmbilder Versuchsflüge auszuwerten und die ferngesteuerte Maschine unter den verschiedensten Flugbedingungen nachträglich zu beurteilen.

Die Versuchsmaschinen des vorliegenden Berichtes waren veraltete A-24-Sturzbomber. Für den Bord-Boden-Verkehr wurde die Frequenz 4,897 MHz benutzt, während der Fernsehträger auf 256 MHz und der Steuerträger auf 71,5 MHz arbeiteten. Die zukünftige Entwicklung erstrebt eine ausschließliche Fernsteuerung vom Boden aus, wofür ein ebenfalls fahrbares Laboratorium in Verbindung mit dem Stromversorgungswagen und der Bodenstation bei den jetzt laufenden Versuchen die nötigen Erfahrungswerte sammelt und alle Messungen und Versuchsbedingungen in Bandkonserven bzw. Filmen zur eingehenden Auswertung speichert.

(Popular Science, März 1951, Seite 144.) hgm

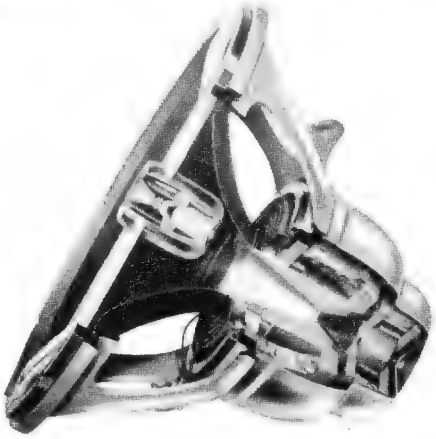
Die Kosten von FM- und TV-Stationen

R. C. Singleton untersuchte die Investierungskosten von UKW-FM-Sendern und deren Antennen (ohne Studioeinrichtung). Die Ergebnisse sind in neun Kurvenscharen dargestellt, die die Errichtungskosten in Abhängigkeit von Senderleistung, abgestrahlter Energie, versorgter Fläche, Reichweite sowie Senderhöhe und bei Antennen in Abhängigkeit von ihrem Leistungsgewinn und der Turmhöhe aufzeigen. Diese aufschlußreichen Angaben lassen entsprechende Rückschlüsse auf die Verhältnisse bei Fernsehstationen zu. Das vom Verfasser erläuterte Berechnungsverfahren läßt erkennen, daß durch sorgfältige Wahl der Antennenkonstruktion nennenswerte Ersparnisse zu erzielen sind. Bei der Wahl der Energieleitung spielen Leitungspreis und Leistungsverlust eine nicht zu unterschätzende Rolle. Die in erster Linie für die Versorgung ländlicher Bezirke geltenden Kurven können zur Abschätzung der Senderkosten auch in Einzelfällen unter Berücksichtigung der dann vorliegenden besonderen Bedingungen herangezogen werden.

(Electronics, März 1951, S. 114.) hgm

Der „feinste" Lautsprecher der Welt

Als den „feinsten" Lautsprecher bezeichnet die Jensen Manufacturing Company in Chicago ihr Modell G - 610. Dieses System ist allerdings insofern bemerkenswert, als es in sich drei vollständige Lautsprechersysteme mit getrennten Magneten und Schwingspulen enthält, die zusammen mit einer großzügig ausgelegten Regeleinheit den gesamten Nf-Bereich geradlinig oder in



Der „feinste" Lautsprecher der Welt enthält drei vollständige Lautsprechersysteme mit getrennten Magneten und Schwingspulen

jeder gewünschten Kurvenform wiedergeben. Dabei überlappen sich die Frequenzkurven der drei einzelnen Systeme nur wenig, da u. a. der Mittelbereich-Trichter in die Tieftonmembran überleitet und auch das gesondert befestigte Hochtonsystem mit einem kleinen Exponentialtrichter versehen ist.

(Electronics, März 1951, S. 33.)

Zwei Schallplatten erzählen 256 Geschichten

Unter dem Titel „Johnnys Abenteuer" liefert die Atlantic Recording Corporation in New York für die amerikanische Jugend ein Album mit zwei Schallplatten. In jede der vier Plattenseiten sind (statt einer) vier Tonspuren eingeschnitten, deren Anfänge am äußeren Plattenumfang um 90° versetzt sind und die dann nebeneinander verlaufen, um schließlich in einer gemeinsamen Auslaufrille (zur Schaltung automatischer Absteller oder Plattenwechsler) zu enden. Der besondere Anreiz dieser Schnittart liegt in einem gewissen Überraschungsmoment, da es ja dem Zufall (bzw. der Wahrscheinlichkeit) überlassen bleibt, welche Geschichte man beim Aufsetzen der Nadel gerade auswählt. Außerdem sind die 4 × 4 Teilerzählungen so aufeinander abgestimmt, daß sie in beliebiger Reihenfolge zueinander passen. Es ergeben sich so unter Berücksichtigung aller Kombinationen $4^4 = 256$ Geschichten[1]).

(Popular Science, März 1951, Seite 121.) hgm

[1]) Anmerkung der Redaktion: Dieses Prinzip ist schon vor etwa 30 Jahren von der Vox-Schallplatten-Gesellschaft in Berlin angewandt worden. Sie verkaufte damals u. a. eine 30-cm-Platte, die auf jeder Seite drei Märsche in drei parallel laufenden Tonspuren enthielt. Da auf diese Eigenart bei der Werbung nicht hingewiesen wurde, war die Überraschung darüber groß, daß die Platte bei jedesmaligem Abspielen einen anderen der drei Märsche „blies", je nachdem, in welcher Rille die Nadel hineinlief.

Vorschläge für die WERKSTATTPRAXIS

Fehlerquellen an Drehkondensatoren

Sehr oft findet man Fehlerquellen an Drehkondensatoren, hauptsächlich in älteren Geräten. Man stellt in der Regel fest: Das Gerät funktioniert, jedoch haben Empfindlichkeit und Trennschärfe nachgelassen. Spannungen, Röhren, Kondensatoren und Widerstände sind überprüft und in Ordnung befunden worden. Die weitere Untersuchung muß sich nun auf die abstimmbaren Schwingkreise erstrecken.

Bei Einkreisern untersucht man zunächst die Induktivitäten der einzelnen Wellenbereiche. Etwa auftretende Kratzgeräusche können durch Verunreinigungen zwischen den Drehkondensatorplatten entstehen. Wir beseitigen etwa vorhandene Metallspäne zwischen den Platten mit einer schmalen Blattfeile und säubern die Platten unter Verwendung eines langen Haarpinsels mit Benzin.

Rutschende Abstimmung

Es kann ferner vorkommen, daß beim Durchdrehen der Abstimmung die Sender ruckartig vorbeirutschen, wenn man genau abstimmen will. Hierfür sind folgende Fehler verantwortlich zu machen:

1. Die Antriebsachse mit dem Abstimmknopf hat sich in der Lagerung gelockert oder das Antriebsseil der Antriebsscheibe ist lose geworden.

Abhilfe: Lagerung der Antriebsachse verbessern oder Seil (z. B. durch einen Knoten in Nähe der Spannfeder) kürzen.

2. Die Antriebsscheibe sitzt locker auf der Drehkondensatorachse.

Abhilfe: Schrauben an der Buchse anziehen oder lockere Buchse an der Antriebsscheibe wieder festnieten oder anlöten.

3. Die Lagerung der Drehkondensatorachse hat sich gelockert.

Abhilfe: Anziehen der großen Madenschraube bzw. Gegenmutter der Lagerung; bei älteren Typen eine oder zwei Querschrauben der Kondensatorwanne anziehen, jedoch so, daß in der Achsenrichtung fester und in der Drehrichtung leichter Gang erhalten bleiben. Ferner muß auf gleichen Plattenabstand geachtet werden. Andernfalls wird eine genaue Justierung des Stator-Paketes notwendig.

Kratzgeräusche, Empfindlichkeitsverminderung und sprunghafte Lautstärkenunterschiede treten vielfach durch Fehler in der Kontaktabnahme auf.

Schlechter Kontakt zwischen Drehkondensator und Chassis (Masse)

Abhilfe: a) Anziehen der Befestigungsschrauben am Drehkondensator-Chassis;

b) Anziehen der Befestigungsschrauben der Antriebsscheibe;

c) Für gute Führung des Zeigerschleifers auf der Führungsschiene und des Drahtseiles sorgen. Das Seil soll das Chassis an keiner Stelle berühren;

d) Die Ableitfeder vom Rotor des Drehkondensators soll ein kräftiges Aufliegen auf der Achse oder Achsenrille gewährleisten. Der Druckkontakt dieser Feder muß sauber und präzise sein. Übrigens empfiehlt es sich, die Ableitfedern des Rotors, sofern sie einen Schleif- oder Druckkontakt darstellen, besser durch angelötete Federn zu ersetzen. Schleif- und Druckkontakte haben einen größeren Übergangswiderstand als angelötete flexible Federn und besitzen noch andere Nachteile.

Kapazitätswert-Verstimmung

Die Kapazitätswert-Verstimmung kann durch langsames Verziehen (Altern) des Stator-Plattenpaketes oder des Rotor-Plattenpaketes eintreten. Der Fehler hat für einen Einkreiser weniger Bedeutung, solange nicht eine Lockerung der einzelnen Platten eingetreten ist oder sich ein Plattenschluß zwischen Rotor- und Statorplatten, vielleicht nur an einzelnen Stellungen, beim Durchdrehen bemerkbar macht. Der Fehler tritt oft bei Drehkondensatoren ein, deren Halterung der beiden Plattenpakete in Spritzguß eingefaßt ist. Dieses Spritzguß-Material hat die Eigenart, sich nach einigen Jahren zu dehnen, so daß sich die Kapazitätswerte beträchtlich ändern können. Die gemessenen Kapazitätsänderungen und Kapazitätsunterschiede betrugen bei normalen Drehkondensatoren (450...550 pF) bis zu 60 pF der Endwerte.

Während diese Kapazitätsänderungen bei Einkreisern keine Empfangsverschlechterungen verursachen und sich hier höchstens die Skaleneichung verschiebt, sind sie an Mehrfachdrehkondensatoren für Zweikreiser oder Superhets untragbar. Man muß berücksichtigen, daß ein Gleichlauf der Kapazitätswerte von mindestens 0,5 % in jeder Winkelstellung zwischen 0 und 180° erhalten bleiben soll. Wenn nun durch neue Justierung der Plattenabstände ein Gleichlauf der Kapazitätswerte bis mindestens 1 % Genauigkeit in allen Winkelstellungen zwischen 0 und 180° eines Zweifach- oder Mehrfachdrehkondensators nicht erreicht wird, muß der Drehkondensator durch einen neuen Typ ersetzt werden. Die Untersuchung eines Mehrfachdrehkondensators auf Kapazitätsgleichlauf kann oft viel Ärger ersparen. Man darf einen Mehrfachdrehkondensator als verstimmt betrachten, wenn man z. B. im Mittelwellenbereich am Anfang (1600 kHz) und in der Mitte (1000 kHz) mit dem Vorkreis-C-Trimmer zwei verschiedene Kapazitätswerte einstellen muß, um absoluten Gleichlauf (Maximum an Lautstärke) zu erhalten. Es wird dabei vorausgesetzt, daß der L-Abgleich am Ende der Skala (500 kHz), die Serienkondensatoren im Oszillatorkreis und die Zf-Bandfilter-Abgleichung in Ordnung sind. Kleine Kapazitätsdifferenzen und der Kurvenverlauf zwischen Vor- und Oszillatorkreis lassen sich natürlich durch Verbiegen der geschlitzten Platten am Drehkondensator korrigieren. K. Hartmann

„Grüß Gott, Herr Funk!"

„Guten Tag, mein lieber Schau!"

„Was Neues in der Pentode?"

„Nichts Besonderes. Beinahe hätte ich die Anode verschluckt."

„Nehmen Sie Laxin. Aber weshalb so aufgeregt?"

„Ach, hier ist eine Reparatur, eilig mit drei Kreuzen. Und keine Schaltung. Dabei hat einer am Wellenschalter herumgelötet. Wie soll ich da durchfinden, wenn sogar meine Kartei versagt!"

„Also doch was Neues, eine Schaltungskartei?"

„Ja — eigene Erfindung. Jede Schaltung, die ich irgendwo finde, wird in eine Kartei eingetragen. Sehen Sie hier: ‚Schwabe-Indianer' im RADIO-MAGAZIN 1951 Nr. 3. ‚Schulze-Mangano' in Funktata 1948 Seite 260. ‚Vier-W-Atom' im Radiodoktor 1950, Kapitel 3. Und so weiter. Aber es bleibt doch alles Stückwerk, denn dieser Drei-Kreuze-Kasten ist wieder mal nirgends gedruckt."

„Sieh an, mein lieber Herr Funk, da habe ich nun einmal etwas Neues für Sie: Sahen Sie schon die neue Nummer der Ingenieur-Ausgabe? Zum erstenmal erscheint hier in einer Fachzeitschrift eine wirklich vollständige Schaltungssammlung. In jedem Monat 8 große Schaltungsseiten und mindestens 16 Schaltungen. In der ersten Ausgabe waren es sogar 36. Dabei kostet die Ingenieur-Ausgabe nur 60 Pfennig im Monat mehr. Sind Sie dabei?"

„Na klar, Sie Engel. Was muß man denn tun?"

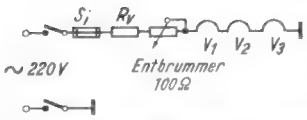
„Nichts einfacher als das: beim Postamt umbestellen, statt der gewöhnlichen Ausgabe wünschen Sie ab nächsten Termin die Ingenieur-Ausgabe der ‚Funkschau'. Oder besser: Postkarte an den FRANZIS-VERLAG, München. Alles andere rollt dann automatisch."

„Also schnell eine Postkarte her und den Kugelschreiber. So: Ich bestelle ... Und den Stempel. Ab nach München. Und ich pfeife auf meine Kartei."

„Recht so Herr Funk: Du kannst pfeifen, Johanna!"

Entbrummer als Heizstromregler

Bei Versuchsmessungen wurde festgestellt, daß die Heizströme vieler Allstromgeräte größer sind, als sie es normalerweise für die betreffenden Röhren sein dürften. So wurden z. B. bei Geräten, die mit den Röhren RV 12 P 2000 bestückt waren, Heizströme gemessen, deren Höhe zwischen 70...85 mA schwankte, während die Heizströme nur 75 mA betragen sollen. Bei Empfängern, die mit Röhren der U- und C-Serie bestückt waren, wurden ähnliche Unterschiede festgestellt.



Einschaltung des Entbrummers in den Heizstromkreis

Bleiben diese Überströme in gewissen Grenzen, so kann man hier leicht Abhilfe schaffen, indem ein Entbrummer von 100 Ω in den Heizkreis geschaltet wird. Mit Hilfe eines mA-Meters, das man im Heizkreis in Serie anordnet, kann der gewünschte Heizstrom genau eingestellt werden.

Diese Methode, die man bei sämtlichen Allstromgeräten mit Erfolg anwenden kann, hat sich gut bewährt. Es empfiehlt sich, bei der Reparatur eines Allstromgerätes den Heizstrom nachzumessen und bei erhöhtem Stromfluß einen Entbrummer, wie oben erwähnt, einzubauen. Die geringen Mehrkosten wird auch ein Laie bestimmt in Kauf nehmen, wenn ihm klar gemacht wird, daß die Röhren bei zu hohem Heizstrom gegebenenfalls vorzeitig durchbrennen können.

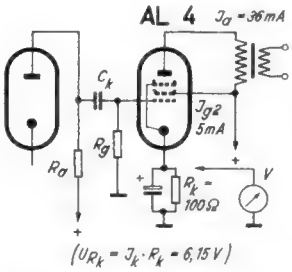
Gerhard Fischer

Über den Isolationswiderstand der Kopplungskondensatoren

In FUNKSCHAU, 1951, Nr. 2, Seite 34, wurde über die Verlagerung des Arbeitspunktes bei Endröhren infolge des endlichen Isolationswiderstandes der Kopplungskondensatoren berichtet. Am Schluß des Berichtes war eine Schaltung angegeben, die den Isolationswiderstand der Kondensatoren mit Hilfe eines normalen mA-Meters zu messen gestattet.

Der Verfasser wurde von einem Leser darauf aufmerksam gemacht, daß die Kopplungskondensatoren bei der Untersuchung von Rundfunkgeräten und Verstärkern auch in der Schaltung selbst geprüft werden können. Selbstverständlich ist dieses Verfahren dann vorzuziehen, wenn die im Gerät eingebauten Kondensatoren auf genügenden Isolationswiderstand untersucht werden sollen.

Das **Bild** stellt die Endstufe eines Rundfunkgerätes dar. Mit Hilfe eines Drehspulinstrumentes wird die am Katodenwiderstand liegende Spannung gemessen. Sie beträgt z. B. im Normalfall bei guten Kopplungskondensatoren 6,15 V, kann jedoch je nach Größe des Katodenwiderstandes auch etwas höher sein. Wenn das Gitter mit der negativen Bezugsleitung verbunden wird, ist der Einfluß des Leckstromes über den Kopplungskondensator ausgeschaltet. Bei guten Kopplungskondensatoren wird also zwischen freiem Gitter und geerdetem Gitter der Endröhre kein merklicher Unterschied der jeweils am Katodenwiderstand zu messenden Spannung bestehen. Bei schlechten Kopplungskondensatoren ist die am Katodenwiderstand meßbare Spannung infolge des verlagerten Arbeitspunktes entsprechend größer. Die größte zulässige Differenz dürfte in dem gewählten Beispiel der Endpentode AL 4 bei 0,3 V liegen. Steilere Röhren (z. B. AL 5, EL 12 usw.) verlangen noch kleinere Differenzwerte.



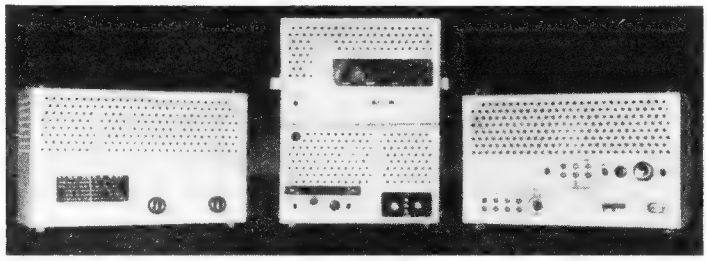
Zur Prüfung des Isolationswiderstandes von Kopplungskondensatoren

Die beschriebene Methode ist jedoch mit Vorsicht anzuwenden, denn eine Arbeitspunktverlagerung kann nicht nur durch einen schlechten Kopplungskondensator verursacht werden, sondern auch durch ein schlechtes Vakuum der Endröhre, durch das Ionenströme verursacht werden, die ebenfalls am Gitterableitwiderstand einen Spannungsabfall hervorrufen, der der Spannung am Katodenwiderstand entgegenwirkt, also eine Arbeitspunktverlagerung ins Positive ergibt. Bei schlechten Endröhren ist es demnach zweckmäßiger, nicht nur das Gitter zu erden, sondern auch die Anode der Vorröhre. Ohne irgendeine Leitung aufzutrennen, können lediglich mit Hilfe eines Voltmeters der Isolationswiderstand der Kopplungskondensatoren und die Güte des Vakuums der Endröhre kontrolliert werden. Dipl.-Ing. A. Schairer

Neue Verstärkerreihe

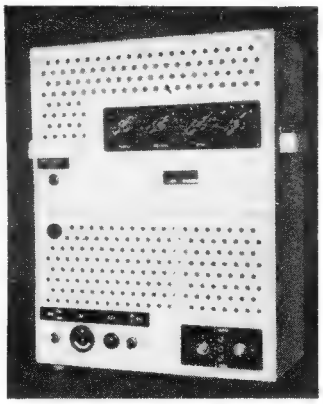
Auf der Düsseldorfer Funkausstellung zeigte die Fa. Funktechnik und Gerätebau, Ing. W. Pinternagel, Landau/Isar, verschiedene Verstärker, die in der Zwischenzeit weiterentwickelt wurden. Sie besitzen jetzt einen eingebauten Rundfunkempfangsteil, eine umschaltbare und organisch eingefügte Vorverstärkerstufe und zum Anschluß niederohmiger Tauchspulen-Mikrofone einen hochwertigen Mu-Metall-Eingangsübertrager.

So ist der Universalverstärker KV 51/E mit einem Schirmgitter-Audion (EF 12) ausgerüstet worden, das sich nach entsprechender Umschaltung als Vorverstärkerstufe ausnutzen läßt. Von den beiden Mikrofoneingängen ist der niederohmige 200-Ω-Eingang, der über den eingebauten Mu-Metall-Übertrager 1 : 30 führt, eingangsseitig kapazitiv symmetriert, um auch längere nicht abgeschirmte Mikrofonleitungen verwenden zu können. Bei öffentlichen Übertragungen kommt man daher mit normalem Gummikabel aus. Hinter der ersten Stufe mit der Röhre EF 12 befindet sich eine Umblendeinrichtung, mit der man



Gerätegruppe mit Verstärker KV 51/S (Frontansicht) links, Kino-Kraftverstärker K II (Mitte) und Universal-Kraftverstärker KV 51/E (Rückseite) rechts

3×2 verschiedene Übertragungsarten umblenden kann. Alle Eingänge können fest verbunden werden, da ein Umschalter die jeweiligen Kombinationen zu wählen gestattet. Von der sich anschließenden EDD-11-Stufe arbeitet ein System als Nf-Vorverstärker, während das andere zur Phasenumkehr dient. Als Endverstärker schließt sich in AB-Schaltung die Gegentaktstufe mit den Röhren 2 × EL 12/375 an. Der Verstärker liefert bei einem Klirrfaktor von 5 % eine Ausgangsleistung von etwa 30 Watt. Durch einen im Netzteil angeordneten Sparschalter läßt sich die Leistung auf 15 Watt verringern. Die Dynamik beträgt 58 db. Die Brummspannung wird mit 80 mV angegeben.



Frontansicht des Kinoverstärkers K II

Eingangsempfindlichkeit

Tonabnehmer (magnetisch): 0,6 Volt;

Mikrofon und Tonabnehmer (hochohmig): 6 mV ohne Gegenkopplung, 11 mV mit Gegenkopplung;

Mikrofoneingang (200 Ω): 80 μV.

Der Verstärker KV 51/S besitzt bei gleichem Nf-Teil einen hochwertigen 6-Kreis-Super als Rundfunkteil, der über einen Empfindlichkeitsschalter verfügt. Die Ausgangsimpedanzen sind wie beim ersten Gerät auf die üblichen Werte (6, 15 und 200 Ω) festgelegt. Beide Verstärker haben die Abmessungen 450 × 250 × 150 mm. Die beiden Geräteteile sind in einem Winkelstahlrahmen verschraubt und nach Abnahme der perforierten Blechverkleidung von jeder Seite aus zugänglich.

Die ebenfalls neu entwickelten Kinoverstärker K I und K II verwenden in den Vorstufen Rimlockröhren (EAF 42, ECC 40). Der Frequenzgang dieser Verstärker ist zwischen 50 Hz und 10 000 Hz linear, wenn keine Gegenkopplung angewandt wird. Mit Hilfe einer gut dimensionierten Gegenkopplung steigt die Spannung gegenüber den mittleren Frequenzen bei 50 Hz auf + 8,5 db und bei 20 kHz auf mehr als + 4 db an. Der Kinoverstärker K I hat die gleichen äußeren Abmessungen wie die Geräte KV 51/E und KV 51 S. Er besitzt einen einfachen Rundfunkteil, der organisch eingebaut ist, sowie einen Mikrofoneingang. Die Saugspannung läßt sich für die einzelnen Tonzellen — je nach ihrer Empfindlichkeit — einmalig durch getrennte Spannungsregler einstellen. Die Lautstärke kann vom Vorführer geregelt und mit Hilfe eines Saalreglers vom Zuschauerraum aus korrigiert werden. Der Saalregler ist in der Katodenleitung der ersten Stufe angeordnet. Abgesehen von den Zellenanschlüssen sind die Verbindungen steckbar, so daß die Anlage als Hauptgerät für transportable Zwecke, aber auch als Haupt- und Ersatzgerät für stationäre Verwendung dienen kann.

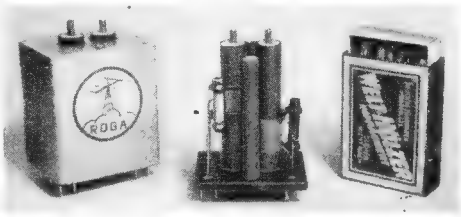
Demgegenüber ist die Kinoverstärkeranlage K II in ihren Abmessungen größer und für stationären Betrieb eingerichtet. Sie verwendet drei getrennte Regler, die es gestatten, die tiefen, mittleren und hohen Frequenzen unabhängig voneinander zu senken oder anzuheben.

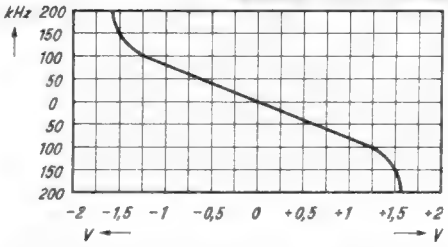
UKW-Bandfilter und -Diskriminatoren für 10,7 MHz

Zum Selbstbau hochwertiger UKW-Geräte sind für den Radiopraktiker UKW-Bandfilter und -Diskriminatoren von besonderem Interesse. Die von der Firma Rosenheimer Gerätebauanstalt „ROGA" (Ing. Aschenbrenner, Rosenheim/Obb., Posener Str.) hergestellten UKW-Bauteile erscheinen in Miniaturausführung und besitzen folgende Eigenschaften.

Die Abstimmung der beiden Filterkreise geschieht ebenso wie die des Diskriminators durch Verändern der Selbstinduktion. Diese Variation wird durch vertikales Verschieben der Spezial-Eisenkerne aus FU II-Material erreicht. Feingängige Gewindespindeln ermöglichen ein präzises Einstellen. Die Montage des abgeschirmten Filters geschieht mit Hilfe von zwei Schrauben. Lange Lötstifte erleichtern die Verdrahtung unterhalb des Chassis. Da in der Bandbreite nicht nur der maximale Frequenzhub von ± 75 kHz untergebracht sein muß, sondern darüber hinaus die in jedem Empfänger auftretende Abstimm-Ungenauigkeit von 25 kHz, wurde die maximale Bandbreite auf ± 100 kHz festgesetzt. Die wirksame Kreiskapazität von 40...45 pF setzt sich aus dem Parallelkondensator und der Schalt- und Röhrenkapazität von 12...15 pF zusammen. Um die während des Betriebes durch Temperaturänderung entstehende Verstimmung der Kreise aus-

Die kleinen Abmessungen der „ROGA"-UKW-Bauteile gehen aus diesem Bild deutlich hervor





Kennlinie des UKW-Diskriminators

zugleichen, wurden Kondensatoren mit positivem Temperaturkoeffizienten verwendet. Die Filterkreise sind unterkritisch gekoppelt, um eine größere Sicherheit gegen Phasendrehung zu erzielen. Der Diskriminator hat äußerlich die gleichen Abmessungen wie das Bandfilter, wie auch das **Bild** zeigt.

Technische Daten

Abmessungen des Bechers: 43 × 44 × 50 mm
Gewicht: 50 Gramm
Resonanzfrequenz: 10,7 MHz
Resonanzwiderstand: etwa 9500 Ω
Maximale Bandbreite: ± 100 kHz
Mittlere Kreisgüte: Meßwert 45, Betriebswert 37...40
Wirksame Kreiskapazität: 40...45 pF
Stufenverstärkung mit EF 14 (S = 6 mA/V): etwa 45

Funktechnische Nomogramme

VON H.-J. SCHULTZE

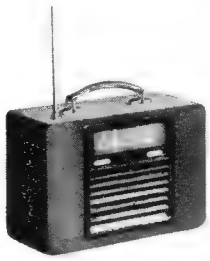
Die jüngsten Kinder der Elektrotechnik und der Mathematik, die Funktechnik und die Nomographie, haben schon frühzeitig Gefallen aneinander gefunden; der fortschrittliche Funktechniker macht deshalb schon seit Jahren mit Erfolg von Nomogrammen Gebrauch. Teils entstammen sie dem Schrifttum, wo sie stark zerstreut zu finden sind, teils hat er sie sich selbst entworfen. Zum ersten Male wurde jetzt der Versuch unternommen, eine möglichst vollständige Sammlung funktechnischer Nomogramme herauszugeben, die von vornherein in genügend großem Format gedruckt wurden, um sie unmittelbar für die Rechen- und Entwurfsarbeit heranzuziehen.

Die Sammlung funktechnischer Nomogramme, die von einem langjährigen Spezialisten auf diesem Gebiet, Ing. H.-J. Schultze, entworfen wurden, enthält insgesamt 71 Nomogramme zur Berechnung von Schwingkreisen, Verstärkern, Transformatoren, Spulen, Supergleichlauf usw. Diese Nomogramme entstammen der Praxis, wer sie zur Hand hat, wird seine Rechen- und Entwurfsarbeit nicht nur abkürzen und beschleunigen, sondern er wird sie infolge der großen Übersichtlichkeit des nomographischen Verfahrens auch sicherer und zuverlässiger gestalten können. Da die vorliegende Sammlung, erstklassig ausgeführt, die einzelnen Tafeln auf hervorragendem, starkem weißen Papier gedruckt, dazu bemerkenswert preiswert ist, kann jeder Funktechniker von diesen wertvollen nomographischen Tafeln Gebrauch machen.

75 Tafeln DIN A 4 = 210 × 297 mm mit 71 Nomogrammen und 4 Zeichentafeln, mit Erläuterungen, in Mappe Preis **DM. 9.—** zuzüglich 60 Pfg. Versandkosten.

FRANZIS-VERLAG, München 2, Luisenstraße 17

Sonder-Angebot



Qualitäts-Industrie-
Koffer-Super

5-Röhren-7-Kreis-Super mit Vorstufe für Kurz-, Mittel- und Langwelle

Kunstlederüberzogener Koffer mit eingebauter Rahmenantenne und perm.-dyn. Lautsprecher. Zusätzliche Stabantenne möglich.

Einbaufertig geschaltet, geprüft und abgeglichen einschl. Schaltung u. Einbau-Anweisung. Preis ohne Röhren **DM 97.50**

Netzteil-Einbau nachträglich möglich. Kosten des fertigen Netzteiles einschließlich Einbau **DM 38.50**

Röhrenbestückung: 1L4, 1R5, 1D4, 1S5, 3S4 oder: DF91, DK91, DF91, DAF91, DL91

RIM-Bastel-Jahrbuch 1951 gegen Voreinsendung von **DM 1.-**

RADIO-RIM
MÜNCHEN
BAYERSTR. 25 - TEL. 25781

Spezialröhren - Sonderangebot

Nettopreise

A 409		GO 20	2.75	RES 1664 D	4.50
(RE 074)	1.10	H 410	1.50	RG 12 D 2	1.60
A 411		LK 4200	8.95	RL 2 T 2	–.55
(RE 144)	1.25	OP 10/500	3.15	RS 235	22.50
		Philips		RS 242	3.10
AG 1006	5.10	1714/E 3	1.50	RS 291	5.50
CF 3	2.50	RD 12 TA	2.25	RT 955	1.50
DC 25	1.80	RE 144	1.60	4654	4.–
E 140	1.–	RES 094	1.50	4654-02	4.–

A 415	LG 6	RS 47	RV 230
AC 2	LG 200	RS 55	RV 258
AR 56	LK 4250	RS 69	RV 271 a
AS 1000	LK 4110	RS 186	RV 278
CC 2	LV 30	RS 245	STV 100/200
CZV 30/01	NG 3020	RS 249	STV 150/20
AEG	Philips	RS 272	S 0,5/12 iM
DCG 1/150	1875	RS 281	S 6
DCG 2/500	367/1 M 4	RS 282	TB 0,4 / 8
DS 310	Pe 04/10	RS 283	TS 1
DS 323	Pe 05/10	RS 284	TS 1 a
D 431 (Tekade)	RD 12 Ga	RS 297	TS 4
EFF 50	RD 12 Tf	RS 318	TS 5
EH 2	RE 404	RS 335	TS 6
EZ 4	RG 45	RS 377	V 4200
GLZ 40/6	RG 48	RS 381	(RGN 1404)
GT 250	RG 52	RS 383	VR 92
KC 1	RV 2,4 T 3	RS 385	W 4110
LG 2	RL 12 T 15	RS 396	CC 1
LG 3	RS 18	RS 397	4671
LG 4	RS 19	RV 70	4673

Fordern Sie unser Preisangebot

Sämtliche Röhren neu - mit Übernahmegarantie Umtauschrecht innerhalb von 8 Tagen. Versand per Nachnahme - ab DM 100.— verpackungsfrei

TECHNOPAN OHG
MÜNCHEN 19, Böcklinstraße 1 - Telefon 61143

Bedeutende süddeutsche Rundfunkgeräte-Fabrik sucht sofort für ihr umfangreiches Entwicklungslabor einen

Entwicklungs-Ingenieur für Rundfunkgeräte

Nur erste Kräfte mit reichen Erfahrungen auf dem Gebiet der elektrischen Entwicklung und mechanischen Konstruktion von Rundfunkgeräten werden gebeten, ihre Bewerbung mit handgeschriebenem Lebenslauf, Zeugnisabschriften, Referenzen und Gehaltsansprüchen abzugeben unter Nummer 3521 B.

Mitinhaber eines kl. HF-Spezialbetriebes übernimmt repr.

Werkvertretung

einer Fabrik f. Rundfunkeinzelteile z. Erledigung hoh. Ansprüche Neuer PKW, Telefon usw. vorhanden; Wohnsitz bei Hannover

Aufforderung z. Einreichung v. Unterlagen erbittet u. Nr. 3519 N

ELAPHON FALT-DIPOL-ANTENNE

konkurrenzlos preiswert!

p. St. **13.50 DM**

Einzelhandelsrabatt: 1 St. 25%, ab 5 30%, ab 10 33⅓%
Versand per Nachnahme

ELAPHON K.G. Bamberg, Annastr. 3

Bedeutendes süddeutsches Unternehmen der Rundfunkgeräte-Industrie sucht einen

Entwicklungs-Ingenieur für Fernsehgeräte

Bewerber mit nachweisbaren Erfahrungen auf diesem Gebiet und gründlichen theoretischen Kenntnissen werden gebeten, ihre Bewerbung mit den üblichen Unterlagen unter Nr. 3520 B einzureichen.

Lautsprecherreparaturen

werden unter Verwendung unserer neuen zum D. Pat. angemeldeten

Gewebezentriermembranen

modernisiert.

Breiteres Frequenzband

dadurch bessere Wiedergabe der hohen und tiefen Frequenzen.

Verblüffender Tonumfang

Reparatur aller Fabrikate und Größen.

ELBAU
Lautsprecherfabrik BOGEN / Donau

Schneidegerät

für Folien bis 40 cm ∅, 33⅓ u. 78 Umdrehungen, modernste kommerzielle Ausführung mit Schneiddose in Doppelprismenausführung zum Schneiden in beiden Richtungen. Rundfunktype, Fabrikat: Saja

TECHNOPAN
München 19, Böcklinstr. 1

Lautsprecher und **Transformatoren**

repariert in 3 Tagen gut und billig

RADIO ZIMMER
K. G.
SENDEN / Jller

25 Jahre

Radio-Menzel

Hannover-Linden
Limmerstraße 3–5

Und wieder was ganz Besonderes!

Elkos in Alubecher. Bekannte Markenfabrikate. Garantiert einwandfrei!

8 µF 385 V	10 St.	DM 12 –
16 µF „ „	10 St.	DM 13.50
25 µF „ „	10 St.	DM 16.20
32 µF „ „	10 St.	DM 19.50
32 + 32 µF „ „	10 St.	DM 28.50

Prompter Nachnahmeversand

Schweizer Firma

SUCHT VERTRETUNG

deutscher Firmen für **Einzelteile**
Bausätze - Radio-Apparate
Meßinstrumente zu übernehmen

Angebote erbeten unter Nr. 3500 F

TRANSFORMATOREN 1-1000 VA und DROSSELN

für sämtliche Anwendungsgebiete

DIPL. ING. ERNST
PLATHNER
TRANSFORMATORENFABRIK · BARSINGHAUSEN (HANNOVER)

RÖHREN-SONDERANGEBOT

Keine Oströhren, 6 Monate Garantie!

AF 3	6.—	EL 11	7.20	KL 1 Stift	2.50
AF 7	6.—	KB 2	4.—	UCH 5	9.—
AZ 1	1.80	KBC 1	5.75	UF 5	6.—
EAF 42	6.75	KC 1 Stift	1.25	UF 6	6.—
ECH 42	8.50	KDD 1	7.75	REN 904	4.50
ECL 11	9.30	KF 3	7.—	REN 924	6.—
EF 14	6.40	KF 4	6.50	RENS 1824	9.30
				RGN 354	2.10
				LS 50	4.50
				STV 280/80	6.—
				H 85-255/60	2.10

All. Röhren fabrikneu. Mengenrabatte. · Versand per Nachn. · Kommerzielle Typen n. Übernahmegarantie

Radio-Röhren-Großhandel

H. KAETS
Berlin - **Friedenau**
Schmargendorfer Straße 6
Telefon 83 22 20

PEVA-Feinschlußprüfer . . . . . **DM. 16.50**
(siehe Funkschau, Heft 5/51, Seite 92)

PEVA-Niederspannungs-Lötkolben DM. 8.35
6—8 Volt, 18 Watt

PEVA-Vibroprüfer . . . . . **DM. 7.80**
(siehe Funkschau, Heft 19/50, Seite 324)

Groß- und Einzelhandel entsprechende Rabatte

PEVA-RADIO
Ing. G. Paffrath
Linz-Rhein

SUCHE

Körting - Titan Membrane (n) möglichst m. Tauchspule u. Zentrierung dringend gesucht, evtl. auch kompl. Lautspr. Radio - Oltmanns, Bremen-Aumund, Grenzstraße 46

Kaufe jeden Posten Radiomaterial, Röhren usw. Nadler, Berlin-Steglitz, Schützenstr. 15, Telefon: 72 66 06

Farvimeter gut erhalt. Angebote an: Elektro-Mayer, Tübingen, Pfleghofstraße 4

VERKAUFE

Meßsender SMF Rohde & Schwarz, neuwertig, gegen Gebot abzugeb. Angebot u. Nr. 3503 D

Multavi 65.— DM, Multizet 49.— DM, Siemens Z.-Meßbrücke 69.- DM. Maria Bauer, München 15, Kapuzinerstraße 7/2

Gelegenheits-Verkauf: 1 Labor-Meßsender m. eingeb. 100-kHz-Quarz-Eichverzerrer 750.- DM, 1 Röhrenvoltmet. 150.-. Geräte sehr gut erhalten. Eichung geprüft. Angeb. unt. Nr. 3502 D

Schweb.-Summ. Rohde & Schwarz STI 4032, 30 Hz...20 kHz, neuw., preiswert zu verk. Angebote Hubing, München 8, Hochstr. 4½ p.

20 Hochspannungstrafos 180/7600 V, 600 VA, massiv Eisentopf, ca. 35 kg à 50.- DM, bei Gesamtabnahme 40.— DM. Zuschriften u. Nr. 3507 K

Preiswert abzugeben: 5 Netztrafo f. RPG.-Selbstbau 10.— DM, 100 Wellenschalter 3×3 Muster 1.50 DM, 10 St. 10.— DM, 100 Magnetofon - Hörkopfbauteile je 3.—, 500 Eisenkerne mit Gewindeschraube 10 St. 1.—, 10 Radio-Reiseköfferchen à 10.—, 10 UKW-Einbauteile m. Röhre à 18.—, 100 UKW-Durchf.-Keram.-Kond. je 0.30. NEC-Vertrieb, Waldkappel, Bez. Kassel

16 - mm - Tonfilmgerät Zeiß-Ikon-Kinox-S m. Malteserkreuz, s. gut. Zustand, 850.— DM. Zuschriften u. Nr. 3506 R

Radio - Bespannstoffe, moderne Muster, gute Akustik. J. Trompetter, Overath, Bez. Köln

Ein „Villness"-Oszillograf mit DG 9, eingebautem Meßverstärker, Kippgerät und Spannungsmeßgerät geeicht, dazu kompl. Röhrensatz mit DG 9, zur Ersatzbest. für 850.— DM sofort wegen Auswanderung zu verkaufen. Angeb. unt. Nr. 3501 W

Selbstinduktions-Meßgerät Type LRH, neuwertig, Fabr. Rohde & Schwarz, bill. abzugeb. Zuschr. unt. Nr. 3440 W

Röntgenröhre AEG WO 2505 Nr. 3152, neu, zu verk. Zuschr. u. 3504 H

RC-Summer Type SRV, neuwertig, Fabr. Rohde & Schwarz, billigst abzug. Zuschr. u. 3440 W

Verkaufe Oszillograf GM 3155 B. Zepper, München, Mannhardtst. 4 IV

Gelegenheit. Weg. Auswanderung Auflösung meines Lagers. Preisliste gegen Rückporto. Zuschr. unt. Nr. 3509 W

2 Meßschleifen (Type 1) u. Ablaufkassette zum S. u. H. Universal-Oszillografen z. verkauf. Angebote u. Nr. 3511 B

Zw. Strahlröhre HRP 2/100/1, 5 AS 12 65.— DM, LB 2 15.— DM, RFG 5 5.— DM, zu verkaufen. Blaser, Wangen/Allg.

Verkaufe: 2.50 6 J 5, 6 N 7, 7 W 7, 1 LN 5; 3.— 6 K 7, 6 SL 7, 6 J 7; 3.80 12 SG 7, 6 SJ 7, 6 AC 7; 4.20 6 SK 7, 6 G 6, 1 L 4, 3 S 4; 4.70 6 V 6, 1 T 4, 12 SR 7; 5.80 1 S 5, 1 LC 6, 6 Q 7; 7.— 6 K 8, 12 K 8, 1 R 5; 7.80 25 L 6. Zuschriften u. Nr. 3515 P

VERSCHIEDENES

Kanada. Hf-Ing. übernimmt Vertretung. Zuschriften u. Nr. 3508 W

Gut eingef. Rundfunk-Fachgesch. m. Repar.-Werkst. in größ. Landgem. Südwestdeutschlands sofort z. verkauf. Zuschr. u. Nr. 3510 M

Rundfunk-Mechaniker-Meister
(Abiturient), ledig, 24 Jhr., vormögend, sucht Übernahme eines Geschäftes bzw. Betriebes, Pacht, Beteiligung, evtl. Einheirat oder sonstigen passenden Wirkungskreis.
Zuschriften unt. Nr. 3517 R

Benötigen für Fertigung

RÖHREN

Type: RV 2,4 P 45

Angebote unter Nr. 3522 F

RADIO RUWID BAUTEILE

Potentiometer Schichtdrehwiderstände

Alle Typen ab Lager lieferbar.

Neu: Doppelpotentiometer für Reparaturbedarf f. alle Geräte passend. Bitte Prospekte anfordern.

WILHELM RUF

Elektrotechnische Spezialfabrik, Hohenbrunn 2 bei München

Neuberger gr. Röhrenprüfgerät Type 352 mit Kap. u. Widerst.-Messg. fast neu, ehemal. Preis (1949) 650.- . . DM **200.-**

10 Braunsche Röhren DB 7-2 neu Stck. DM **40.-**

Tekade Kraftverstärker, 8 Röhr. 70 Watt, Ausg.-L. betriebskl. . . DM **320.-**

90 Stck. Wechselrichter-Trafo, 2×6 V / 2×200 V / 50 Watt fabrikneu, Stck. DM **5.50**, bei Abn. des ges. Postens DM **4.50**

Wehrmacht HF-Magnetofon mit 9 Stahlröhren u. ges. Netzteil (Wechselstr.) kompl. nur DM **280.-**

Radio-Kaufmann

TRAUNSTEIN / Obb. am Maxplatz

Neue Skalen

sofort lieferbar:

Telefunken

D 750 Wk	D 760 WK
D 770 WKK	T 944
T 965	T 975
D 860 WK	T 898 WK
2 B 54	1 S 65
O 54 WK	T 166
O 76 WK	Topas
776	876
976	3976
7000/01	8000/01
664 WK	766 GW
875 WK	855 GW

Philips

42 K	D 60
D 61	D 62
D 63	540 A
655 Stand.	768 A u. U
845 A - X	D51/52/53
713 U	478 T

Außerdem Skalen für ältere Typen von:

AEG
Blaupunkt
Brandt
Braun
DE TE WE u. Nora
Graetz
Körting
Loewe - Opta
Lorenz / Tefag
Mende
Minerva
Saba
Siemens
Staßfurt
u. a. m.

Bitte fordern Sie Preisliste an:

E. BERGMANN

BERLIN-SCHÖNEBERG

Berchtesgadener Straße 14

SCHALTUNGEN

15 000 Typen aller Länder. Industrie-Geräte, Verstärker, kommerzielle Geräte.

FERNTECHNIK

Frankfurt/Main 1, Schließfach · Berlin N 65, Lüderitzstraße 16

Gleichrichter für alle Zwecke, in bekannt. Qualität

2-4-6 Volt, 1,2 Amp. — 2 bis 24 Volt, 1 bis 6 Amp.
6 Volt, 5 Amp. — 6 u. 2 Volt, 12 Amp.
6 u. 12 Volt, 6 Amp. — 2 bis 24 Volt, 8 bis 12 Amp.

Sonder-Anfertigung · Reparaturen

Einzelne Gleichrichtersätze und Trafos lieferbar

H. KUNZ · Gleichrichterbau

Berlin-Charlottenburg 4, Giesebrechtstr. 10, Tel. 32 21 69

NEUE PRÜFGERÄTE

mit Drucktasten-Automatik, schnelle und bequeme Handhabung

Prüfgenerator TG1 mit Röhren . . DM 228.-
0,2 V . . . 10 µV. 18 MHz . . . 120 kHz

Röhrenmeßgerät RMG 4 . . . . . DM 1000.-
Zuverlässige Garantie-Prüfung der Röhren

ONTRA-WERKSTÄTTEN

Berlin SO 36 · Kottbusser Ufer 41

---

10 verschiedene Röhren Am. . . . . DM 15.—
100 „ Widerstände . . . . . DM 8.—
100 „ Kondensatoren 50/0 Ker. DM 12.—
500 gr. verschiedene Schrauben . . . . . DM 1.50
Röhrensockel DM —.15 — Cako Zerhacker DM 2.80
Knöpfe klein DM —.10 — Knöpfe groß . . DM —.15
Potentiometer 0.3 MΩ . . . . . DM —.50

AUSVERKAUFS-LISTE ANFORDERN

Radio-Grötzbach *Gütersloh/Westf.*

Baugatz-Elkos

stets fabrikfrisch!

4 µF / 385 V / Roll. -.95
4 µF / 500 V „ 1.12
8 µF / 500 V „ 1.45
16 µF / 385 V „ 1.50
16 µF / 500 V „ 1.95
32 µF / 500 V Alub. 3.20
8+8 µF / 500 V „ 2.65
16+16 µF / 550 V „ 3.95
3 x 0,1 MP / 250 V . . . -.45
Siemens Perma-Lautspr. 6 W, 19,5 ⌀, mit Trafo 12.50

Hans Müller

Rundfunkgroßhandel

Hamburg 21, v. Axenstr. 5

Sonderangebot:

perm. dyn. Lautsprecher

4 Watt N T 3 190 ⌀ . . . . . DM 9.—
4 Watt N T 3 200 ⌀ . . . . . DM 9.50

Für **Strahlergruppen** sehr gut geeignet
6 Watt N T 4 250 ⌀ Nawi M. . . . . DM 15.-

W. SCHNEIDER, Lautsprecher-Werkstätten **Hamm** (Westf.), Wilhelmstr. 19, Eingang Kampstr.

Rundfunk-Einzelteile

Röhren

Elektromaterial

laufend gegen Kasse gesucht. Angebote erbeten unter Nr. 3438 S

HF-Litze

10 x 0,07, 1 x Kc

zu günstigen Preisen ohne Kupferzuschlag gegen Kasse abzugeben.

Angeb. u. Nr. 3518N

RÖHREN-***SONDER***-ANGEBOT

12 AH 7	3.50	12 SH 7	2.50	6 V 6	4.30
12 C 8	3.20	6 K 7	2.50	6 B 8	4.30
12 SJ 7	2.90	6 N 7	2.50	6 AG 7	4.20
12 SL 7	2.90	6 J 5	2.50	6 AC 7	3.50
12 SG 7	3.50	6 L 7	2.90	6 SJ 7	3.80
12 SK 7	4.30	6 SH 7	2.90	6 SG 7	4.30
6 SK 7	4.30	6 F 6	3.50	25 L 6	8.20

Sämtliche Typen in Rollkarton mit Übernahmegarantie. Verkauf zu diesen Preisen nur so lange Vorrat reicht.

MANHART & BLASI, Versand: Landshut (Bay.) Kumhauserstraße 143

Germanium-Dioden

»PROTON«

Viel 1000fach bewährt!

Type BN DM 3.90; Breitband-FEST-Detektor für Rundfunk, UKW-Empfg. (Baunl. -.60 DM) ohne Stromqu., dm- und cm-Wellen. Type HB DM 5.20; wie BN, jed. m. hoh. Sperrspannung.

PROTON (Ing. W. Büll)

(24b) Planegg, Karlstr. 12

Postscheck München 810 08

Preiswert zu verkaufen:

Selen-Gleichrichter

225 Einzelzellen, 80 mm ⌀
130 Einzelzellen, 112 mm ⌀

Alle Zellen in einwandfreiem Zustand

Zuschrift. unt. Nr. 3516 G

Bastler und KW-Amateure

verlangen unsere 16 Seiten Gratispreisliste mit den günstigen **Sonderangeboten** in Einzelteilen, deutsche und amerik. Röhren (6 Monate Garantie!) Wehrmacht- und Spezialröhren

RADIOHAUS Gebr. BADERLE, Hamburg

Spitalerstraße 7 · Ruf 32 79 13

SCHALL-ECHO-BERLIN

liefert sämtl. Bedarf z. Schallaufzeichg., insbesond. **Melafon-Tonfolien** 15, 20, 25 u. 30 cm ⌀, **Tonfolien-Schneidegeräte** mit u. ohne Verstärk., **Magnetophon-Bänder:** BASF, Typ LDG, L-Extra, LGH, Anorgana Typ EN, **Vollmer-Magnetton-Geräte MTG 9, Aufspulkerne** (Bobbis) Normalausführ. 70 u. 100 mm ⌀, **Doppelflanschspulen** für Normalmasch. u. dto. Dreizackloch mit norm. Händlerrabatt

jetzt: BERLIN-WILMERSDORF, Bundesplatz 4

Tel. 87 65 70 · Techn. Messe Hannover Halle 10, Stand 708 b

Tubatest L 3

Röhrenprüfgeräte der

(**GRUNDIG**)

Radiowerke, sofort ab Lager Köln lieferbar.

93.- DM.

An Händler Rabatt.

M. Granderath

Köln-Z., Aachener Str. 11

Techn. Kaufmann

Radio-Fachmann, Sitz Frankfurt/M mit Büro, PKW und Lager übernimmt Werksvertretung oder Auslieferungslager guter Firmen.

Zuschrift. unt. Nr. 3514 L

Reparaturkarten
T. Z.-Verträge
Reparaturbücher
Außendienstblocks
Bitte fordern Sie kostenlos

Nachweisblocks
Gerätekarten
Karteikarten
Kassenblocks
unsere Mitteilungsblätter an

„Drüsela" D.R.W.Z. *Gelsenkirchen*

Verlangen Sie Liste F 67

MAGNETTON-

Bastlerteile, Tonmotore, Köpfe, Spezialübertrager, Kleinmaterial, sämtl. Teile der Opta-Laufwerke, zu Originalpreisen. Fordern Sie Liste an. Rückporto bitte beifügen.

Dr. GEORG PULUY
BAYREUTH
Robert-Koch-Straße 8

Tonfolien-Sonder-Angebot!

Kleiner Posten

Gelatine 15 cm 35.- 100 St.
Decelith-K 20 cm 2.50 p. St.
per Nachn. zuz. Versandspesen

STUDIOLA

FRANKFURT/M-W 13

Nach wie vor: **Günstiges Sonder-Angebot**

Blaupunkt-Gehäuse R 1 - 646 R . . . . . br. 55 x h. 30 x t. 23 cm DM 5.50
Gehäuse, roh . . . . . br. 32 x h. 21 x t. 16 cm DM 1.—
Selen-Gleichrichter 20 mA, gute Qualität . . . . . DM -.75
Selen-Gleichrichter für UY 11 auf Sockel . . . . . DM 1.95
Potentiometer 1 MΩ = 30 mm ⌀. Achslänge 40 mm DM -.35 - 80 mm DM -.45
Potentiometer mit 2pol. Schalter. Achslänge 50 mm, 0,5 MΩ od. 1 MΩ DM 1.30
Ohmmeter bis 10 000 Ω - Einbauinstrument 65 mm, mit Anleitung . . DM 7.50
Meßinstrument 65 mm / - Teilung: 0 - 5 - E. Ausschlag 3 mA . . . . . DM 2.75
Alu-Aufbauchassis: 130 x 220 x 40 mm DM 1.45 — 130 x 170 x 40 mm DM 1.20
130 x 200 x 50 mm DM 1.45 — 150 x 250 x 60 mm DM 1.65
Sechskreis-Superspule mit Verdrahtungsplan . . . . . Werbepreis DM 4.95

Spulenkörper - HF.-Litze - Widerstände - Kondensatoren - Elkos

Markworth-Spulen Röhren

FRIEDRICH WILHELM LIEBIG GmbH.
BERLIN-NEUKÖLLN · THÜRINGER STRASSE 17

Urdoxe Skalenlampen Glühbirnen

ELEKTRO SPEZIAL GMBH

liefert

ELEKTRONENRÖHREN
VALVO-RÖHREN für alle Anwendungsgebiete u. a. für Rundfunk-Geräte · Verstärker-Anlagen Elektro-Medizin · Bahn- und Post-Anlagen Sender-Technik · Industrielle Elektronik

EINZELTEILE
Einzelteile und Bauelemente für die gesamte Verstärker-, Sender- und Meßtechnik

ELEKTRO-KERAMIK
Keramische Erzeugnisse für Hochfrequenz- und Hochspannungstechnik

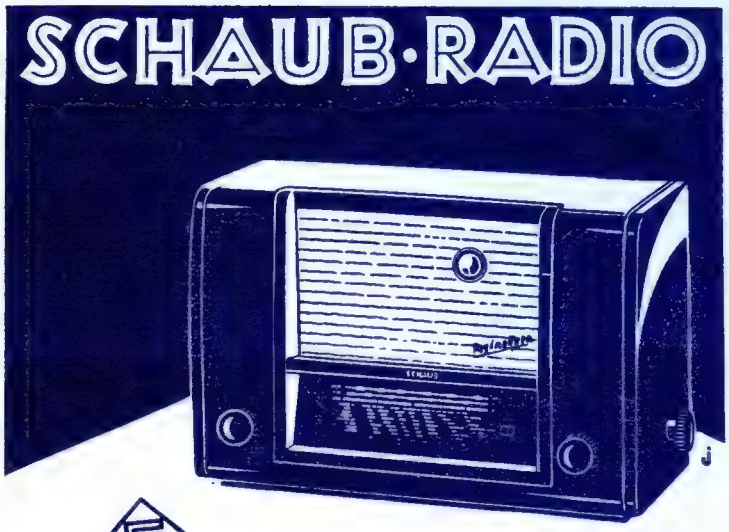
FUNK-FERNMELDEWESEN
Einrichtungen für alle beweglichen Landfunkdienste · Schiffsfunk und Funkortung · Studios und Sender für Rundfunk und Fernsehen

INDUSTRIE-ELEKTRONIK
Elektronische Meß- und Steuerungsgeräte · Hochfrequenzgeneratoren · Infrarotstrahler

Ferner: Diamant-Ziehsteine · Diamant-Werkzeuge

ELEKTRO SPEZIAL GMBH
HAMBURG 1 · MONCKEBERGSTRASSE 7

SCHAUB·RADIO



DER 6-KREIS-VOLLSUPER
FÜR ALLE MÖGLICHKEITEN:

LANGWELLE · MITTELWELLE · KURZWELLE
UND WAHLWEISE ULTRA-KURZWELLE

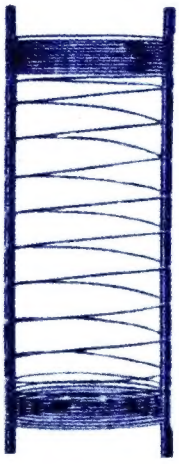
Regina Nova

Technische Messe Hannover, Halle X, Stand 403/503

VALVO Rimlock-Röhren
die moderne Technik im Radioröhrenbau

Rimlock-Lautsprecherröhre EL 41

Röhre
M. 1 : 1



Bremsgitter und Heizwendel
M. 2 : 1

Moderne Lautsprecherröhren für hochwertige Rundfunkgeräte müssen außer den festgelegten Betriebswerten noch folgende Anforderungen erfüllen:

1) Wärmefestigkeit
2) Hohe Isolationsfestigkeit
3) Freiheit von S-Effekt
4) Erschütterungssicherheit

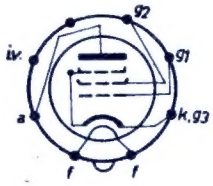
Die 9 Watt Endpentode EL 41 genügt diesen Bedingungen durch besondere technologische und konstruktive Maßnahmen.

Große Kühlflügel an den Steuergitterstegen, geschwärzte Anoden stellen günstigste Wärmeabstrahlung sicher.

Eine Besprühung des Presstellers mit hochwertigem Isoliermittel verhindert auch bei hohen Temperaturen eine Isolationsverschlechterung während des Betriebes.

Der S-Effekt (störende Verzerrungen durch Aufladungen) wird weitgehend herabgesetzt durch dicht gewickelte Enden des Bremsgitters und durch weitere konstruktive Maßnahmen zur Verhinderung des Aufpralls von Elektronen auf die Glaswand.

Der feine Wolframheizfaden erhält sehr gute thermomechanische Eigenschaften durch geeignete Formgebung (Wendelung) und gründliche Materialauswahl.



ENDPENTODE EL 41.

1) Heizung

U_f	=	6,3	V
I_f	=	0,71	A

2) Betriebsdaten Klasse A

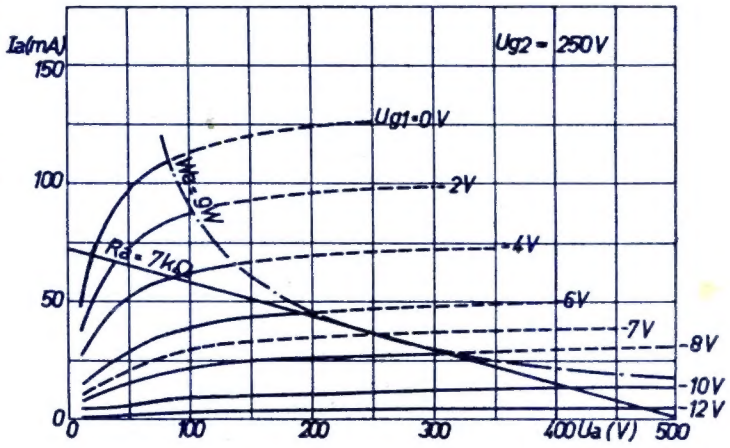
U_a	=	250	V
U_{g2}	=	250	V
R_k	=	170	Ohm
I_a	=	36	mA
I_{g2}	=	5,2	mA
S	=	10	mA/V
R_a	=	7	kOhm
W_o (k = 10 %)	=	3,9	W
U_i (k = 10 %)	=	3,8	V eff

3) Betriebsdaten Klasse AB

U_a	=	250		V
U_{g2}	=	250		V
R_k	=	85		Ohm
R_{aa}	=	7		kOhm
U_i	=	0	5,6	V eff
I_a	=	2 x 36	2 x 39,5	mA
I_{g2}	=	2 x 5,2	2 x 8	mA
W_o	=	0	9,4	W
k	=	-	4,6	%

4) Kapazitäten

C_a	=	7,8	pF
C_{g1}	=	10,2	pF
C_{ag1}	<	1	pF
C_{g1f}	<	0,15	pF



212 a
Bez. 15
Schimmel Hans W,
Tal 1c/4 1ks.

ELEKTRO SPEZIAL GMBH
HAMBURG 1

Die Glimmröhren und ihre Schaltungen. **Nr. 28**
Von Otto-Paul Herrnkind.
Mit 69 Bildern. In der modernen Empfangs- und Meßtechnik spielt die Glimmlampe eine große Rolle, sei es als Signal- und Kontrollinstrument, sei es für Meßanzeige, Erzeugung von Kippschwingungen, für die Oszillografie oder andere Zwecke. Arten, Aufbau und Arbeitsweise der Glimmröhren, ihre Schaltungen und ihre praktische Anwendung werden in diesem sehr reich bebilderten Band ausführlich beschrieben.

Kleines ABC der Elektroakustik. Von Gustav Büscher. **Nr. 29/30**
Mit 120 Bildern. **Doppelband.** Die Elektroakustik ist keineswegs auf den Rundfunk beschränkt, sondern sie ist in alle Gebiete unseres Lebens eingedrungen. Die Beherrschung der elektroakustischen Maßsysteme und Grundbegriffe ist deshalb für viele nützlich; für die Angehörigen des Radiofaches, der Schallplatten-, Tonfilm- und Tonaufnahmetechnik ist sie unerläßlich. In Form eines kleinen Taschenlexikons werden hier alle Fachausdrücke und Begriffe ausführlich erklärt, ja es wird ein überaus gründlicher Abriß der verschiedenen elektroakustischen Gebiete gegeben.

Sender-Baubuch für Kurzwellen-Amateure. **Nr. 31/32**
Von Ingenieur H. F. Steinhauser.
Mit 56 Bildern. **Doppelband.** Dies ist das von zahlreichen Amateuren immer wieder gewünschte Schaltungs- und Konstruktionsbuch für moderne Amateursender. Es ist umfassend und gründlich, und was das Wertvollste ist: es entstand aus dem großen Erfahrungsschatz eines Senderkonstrukteurs und KW-Amateurs. Das Buch enthält Sender der für Amateurzwecke zugelassenen Leistungen und für alle Bänder in ausgereiften Konstruktionen; bei fast telegrammstilartiger Darstellung gibt es eine ungeheure Fülle von Tatsachen, Daten und Unterlagen, wie sie manches dickleibige Werk nicht vermittelt. Eine wirkliche Fundgrube für die Amateure und alle, die es werden wollen.

Röhrenvoltmeter. Von Ingenieur Otto Limann. Mit 60 Bildern. **Nr. 33**
Röhrenvoltmeter, ausgezeichnet durch sehr hohen Eingangswiderstand und großen Frequenzumfang, haben in der Hoch- und Niederfrequenzmeßtechnik große Bedeutung erlangt. Die vorliegende Arbeit befaßt sich mit den grundsätzlichen Eigenschaften und den technischen Ausführungsformen der verschiedenen Arten. Das Buch interessiert den Werkstattpraktiker und den Meßtechniker in gleicher Weise, vor allem, da es in jedem Abschnitt — wie bei Limann selbstverständlich — wertvolle praktische Erfahrungen vermittelt.

Einzelteilprüfung. Von Ingenieur Otto Limann. **Nr. 34**
Mit 42 Bildern und 3 Tabellen. Es ist die Aufgabe des Buches, zu zeigen, daß sich auch mit einfachen Mitteln, wie sie in jeder Fachwerkstatt vorhanden sind, zuverlässige Prüfungen von Widerständen, Kondensatoren, Spulen und Transformatoren durchführen lassen. Keine komplizierten Aufbauten, sondern billige, einfache Prüfschaltungen lernt der Leser kennen, bauen und verwenden.

Wegbereiter der Funktechnik. Von Willy Möbus. **Nr. 35**
Dies Buch ist den Männern gewidmet, die im Laufe von 150 Jahren Stein auf Stein zu dem stolzen Gebäude der Funktechnik fügten. Es enthält Kurzbiografien von Faraday, Maxwell, Hertz, von Marconi, Slaby, Arco, von Lieben, Meißner, Nipkow und vielen anderen, deren Genie wir die heutige weltumspannende Radio- und Fernsehtechnik verdanken.

Die Prüfung des Zwischenfrequenz-Verstärkers und Diskriminators beim UKW-Empfänger. **Nr. 36**
Von Dipl.-Ing. Rudolf Schiffel und Ing. Fritz Woletz.
UKW-Meßgeräte Teil 2. Mit 50 Bildern. In Fortsetzung von Nr. 17 der RPB behandelt dieser Band die Prüfmittel für den Zf-Teil des UKW-Empfängers und für den Diskriminator. Er beschreibt den Entwurf und Bau eines gewobbelten Prüfsenders für 10,7 MHz sowie die Anwendung desselben zusammen mit einem Kurvenschreiber mit Braunscher Röhre.

Die meisten Buchhandlungen haben die RADIO-PRAKTIKER-BUCHEREI vorrätig oder können sie innerhalb weniger Tage beschaffen. Wo der Bezug auf Schwierigkeiten stößt, wende man sich an den

FRANZIS-VERLAG, MÜNCHEN 2, LUISENSTR. 17

radio PRAKTIKER bücherei

Um dem neu entstandenen Bedürfnis zu dienen, über wichtige und aktuelle Teilgebiete der praktischen Radiotechnik durch nicht zu umfangreiche, in sich abgeschlossene und vor allem billige Bändchen unterrichtet zu werden, wird die neue **Radio-Praktiker-Bücherei** herausgegeben. Leicht verständlich, aber technisch zuverlässig, inhaltreich und doch billig sind alle Bände dieser neuen radiotechnischen Bücherei. Namhafte Autoren sind ihre Mitarbeiter, die sich diesem neuen Vorhaben in der richtigen Erkenntnis zur Verfügung stellten, daß es heute mehr denn je darauf ankommt, jedem einzelnen Interessenten, vor allem auch dem Lernenden, dem Schüler, Studenten und Lehrling, den Aufbau einer kleinen radiotechnischen Bibliothek zu ermöglichen. Deshalb wurden Umfang, Ausstattung und Preis so aufeinander abgestimmt, daß für den aufzuwendenden niedrigen Betrag ein Optimum an Wissensstoff und Unterlagen geboten werden kann.

Umfang eines jeden Radio-Praktiker-Bändchens: 64 Seiten, des Doppelbandes: 128 Seiten.
Format: 11,7 × 17,5 cm.
Jeder Band ist **reich bebildert** und je nach Thema mit Schaltungen, Fotos, Diagrammen und Tabellen versehen.
Preis 1.20 DM je Band, Doppelband 2.40 DM

Die **Radio-Praktiker-Bücherei** wendet sich in gleicher Weise an den Fachmann und an den Liebhaber. Dem ersteren will sie oft benötigte technische Unterlagen in bequemer Form zur Verfügung stellen, den letzteren will sie in die heute besonders interessierenden Sondergebiete einführen, ihn zu einem tieferen Studium anregen, ihm ein steter Freund und Begleiter sein. So wird die neue Bücherei von Rundfunktechnikern und Mechanikern, von den Mitarbeitern der Laboratorien und Werkstätten in Industrie und Handel, von Radioliebhabern aller Sparten, Schülern, Lehrlingen und Studenten gern benutzt. Für jedes aktuelle Thema eine Nummer, und jede Nummer kostet nur wenig mehr als eine Mark. So ist die Radio-Praktiker-Bücherei eine Fundgrube radiotechnischen Wissens, jedem erschwinglich.

FRANZIS-VERLAG, MÜNCHEN 2, LUISENSTR. 17

radio PRAKTIKER bücherei

Gesamtverzeichnis für Nr. 1 bis 36

Die neue U-Röhren-Reihe und ihre Schaltungen. **Nr. 1**
Von Hans Sutaner.
Mit 50 Bildern und Schaltungen. Der Techniker und Funkpraktiker findet hier alles Wissenswerte über die neuen U-Röhren mit Außenkontaktsockel, und er erhält vor allem eine erprobte Auswahl von Schaltungen mit diesen Röhren: Ein- und Zweikreiser, Superhets für Allstrom mit 4 bis 6 Kreisen in den verschiedensten Variationen.

Rimlock- und Pico-Röhren und ihre Schaltungen. **Nr. 2**
Von Dr. A. Renardy.
Technische Einzelheiten über die neuen Kleinröhren, die in Zukunft den Markt weitgehend beherrschen werden, und über ihre Schaltungen.

UKW-FM-Rundfunk in Theorie und Praxis. **Nr. 3**
Von Ingenieur Herbert G. Mende.
Mit 35 Bildern und 4 Tabellen. Warum UKW-Rundfunk, warum FM? Das Heft führt in die grundsätzlichen Vorteile des UKW-FM Rundfunks ein, behandelt die Sendetechnik und die Antennen und gibt eine ausführliche Darstellung der Bausteine des UKW - FM - Empfängers. Für Fachleute und Liebhaber gleich lesenswert.

UKW-Empfang mit Zusatzgeräten. Von Ing. Herbert G. Mende. **Nr. 4**
Mit 16 Bildern und 9 Tabellen. Das UKW-Zusatzgerät ist für die vorhandenen Empfänger bestimmt, es ermöglicht ihnen die Aufnahme der UKW-Rundfunksender. Das vorliegende Bändchen behandelt mit erfreulicher Gründlichkeit die schaltungstechnischen und aufbaumäßigen Voraussetzungen für den Bau von UKW-Zusatzgeräten und bringt anschließend eine Auswahl erprobter Schaltungen. Darunter finden wir Audion- und Pendelgeräte wie hochwertige Zusatzgeräte nach dem Superhet-Prinzip.

Superhets für UKW-FM-Empfang. Von Ing. Herbert G. Mende. **Nr. 5**
Will man die Vorteile der frequenzmodulierten Ultrakurzwelle voll ausnützen, also höchste Wiedergabegüte und Störungsfreiheit erzielen, so verwendet man einen UKW-FM-Superhet. Seine Technik behandelt der vorliegende Band.

Antennen für Rundfunk- und UKW-Empfang. **Nr. 6**
Von Ingenieur Herbert G. Mende.
Mit 30 Bildern und 7 Tabellen. Das moderne Antennenbuch, den Interessenten in der Fachsprache ansprechend, bei dem das Hauptgewicht auf die wissenswerten Zusammenhänge zwischen äußerer Form und elektrischem Verhalten der Antennen gelegt wurde. Eine Fülle von Unterlagen enthalten die umfassenden Antennen-Tabellen dieses Buches, das sich im übrigen mit Antennen jeder Art, für Rundfunk-, UKW und Dezimeterwellen, befaßt.

Neuzeitliche Schallfolienaufnahme. Von Ingenieur Fritz Kühne **Nr. 7**
Mit 39 Bildern. Eine Darstellung der neuesten Technik der Schallfolienaufnahme oder — wie man sie früher nannte — der „Schallplatten-Selbstaufnahme". Sie ist mit den Erfahrungen eines langjährigen Praktikers auf diesem Spezialgebiet angefüllt und so für Fachleute und Liebhaber gleich lesenswert.

Funktechniker lernen Formelrechnen auf kurzweilige, launige Art. **Nr. 21**
Von Fritz Kunze. Band I. Mit 22 Bildern. Ein leichtverständlicher mathematischer Lehrgang für Rundfunkmechaniker, Prüfer, Bastler, Rundfunkhändler und -verkäufer — eine interessante Algebra-Wiederholung für Funktechniker und eine ausführliche Gebrauchsanleitung für den Rechenschieber.

Lehrgang Radiotechnik Teil I. Von Ferdinand Jacobs. **Nr. 22/23**
128 Seiten mit 132 Bildern und 3 Tabellen. **Doppelband.** Eine Einführung in die Radiotechnik, für Schüler und Lehrlinge, Liebhaber und werdende Fachleute gedacht, die sich besonders durch eine gründliche, langsam fortschreitende Darbietung des Stoffes auszeichnet, die jedem ohne Vorkenntnisse, nur mit den Grundlagen der Elektrizitätslehre vertraut, ein Studium ermöglicht.

Lehrgang Radiotechnik Teil II. Von Ferdinand Jacobs. **Nr. 24/25**
Der 2. Teil des radiotechnischen Lehrgangs erscheint Mitte bis Ende 1951.

Tonstudio-Praxis. Von Ingenieur Fritz Kühne. **Nr. 26**
Mit 36 Bildern und 6 Tabellen. Die Studiopraxis der Schallaufnahme verlangt eine Beherrschung der Entzerrungs- und Meßtechnik. Die Kenntnis dieser Spezialgebiete vermittelt dieses neue Buch von Kühne; es befaßt sich daneben mit der Anwendung der Magnetbandaufnahme und des UKW-Handfunks für die Studiopraxis.

Rundfunkempfang ohne Röhren. Vom Detektor zum Transistor. **Nr. 27**
Von Ingenieur Herbert G. Mende.
Mit 38 Bildern und 5 Tabellen. Seit es Röhren gibt, hat es nicht an Versuchen gefehlt, Rundfunkempfang auch ohne diese zu erzielen. Der Detektorempfänger hat sich nicht nur bis in unsere Tage gehalten, sondern er hat zu den klassischen Wellenbereichen auch den Kurz- und Ultrakurz-Bereich erobert. Ihm gesellten sich jetzt Germanium-Dioden, Varistoren und Transistoren, Fieldistor und Kristalltetroden zu. Mit dem Detektorempfänger einerseits und den modernsten Kristallsystemen andererseits befaßt sich der vorliegende Band, wobei Schaltung und Verwendung im Vordergrund stehen.

Hiermit bestelle ich aus der RADIO-PRAKTIKER-BÜCHEREI zur Lieferung unter Nachnahme die folgenden Bände:

Nr.	1	2*	3	4	5*	6	7	8	9	10*	11	12*
Stück												

Nr.	13	14*	15	16	17	18/19	20	21	22/23	24/25*	26	27
Stück												

Nr.	28	29/30	31/32	33*	34*	35*	36*
Stück							

* erscheint erst im Laufe des Jahres 1951

Preis je Band **1.20 DM**
Doppelnummer **2.40 DM**

Name: .....

Genaue Anschrift: .....

.....

PV 28. 3. 51. 750

Vielseitige Verstärkergeräte für Tonaufnahme und Wiedergabe. **Nr. 8**
Von Ingenieur Fritz Kühne.
Mit 36 Bildern. Tonaufnahme und Wiedergabe sind in erster Linie eine Frage leistungsfähiger und verzerrungsfreier Verstärker. Diese Technik findet hier vom Standpunkt des Praktikers aus eine eingehende Darstellung. Wir lernen zahlreiche erprobte Verstärkerschaltungen kennen und werden — was noch wichtiger ist — mit den Eigenschaften der Verstärker, der Wirkungsweise ihrer Stufen und Schaltelemente, aber auch mit den zahlreichen Spezialentwicklungen (Mikrofon-, Fotozellen-, Tonabnehmer-, Schreiber-, Mischpultverstärker usw.) vertraut gemacht.

Magnetbandspieler-Praxis. Von Ingenieur Wolfgang Junghans. **Nr. 9**
Mit 36 Bildern und 3 Tabellen. Wer sich mit dem Selbstbau eines Magnetbandspielers befassen will, muß die Technik der magnetischen Tonaufzeichnung in ihrer Gesamtheit beherrschen. Die physikalischen Grundlagen des Ferromagnetismus, der Aufsprech- und Abhörvorgang, das Hochfrequenzverfahren, die Magnetköpfe, das Doppelspurverfahren, Bandgeschwindigkeiten, Bandsorten und Laufwerke und alle anderen Fragen werden in 13 Kapiteln ausführlich behandelt.

Selbstbau eines einfachen Magnetbandspielers. **Nr. 10**
Das vorliegende Bändchen beschäftigt sich mit dem Selbstbau eines Magnetbandspielers, teilweise aus industriellen, teils aus selbstgefertigten Teilen.

Mikrofone, Aufbau, Verwendung und Selbstbau. **Nr. 11**
Von Ingenieur Fritz Kühne.
Mit 38 Bildern und 2 Tabellen. Die verschiedenen Bauarten von Mikrofonen, ihre Schaltung und Verwendung werden eingehend beschrieben, desgl. solche Mikrofon-Typen, die sich für den Selbstbau eignen. Besonders wertvoll sind die in dem Band vermittelten praktischen Erfahrungen, die sich aus jahrzehntelangem Arbeiten mit den verschiedensten Mikrofonarten ergeben. Die Hauptkapitel befassen sich mit Kohle-, Kondensator-, Kristall-, dynamischen und magnetischen Mikrofonen.

Röhrenmeßgeräte in Entwurf und Aufbau. **Nr. 12**
Die Grundlagen des Röhrenmessens und die Schaltungen erprobter Röhrenmeßgeräte werden genau so ausführlich behandelt, wie der Aufbau eines bewährten Universal-Röhrenmeßgerätes.

Schliche und Kniffe für Radiopraktiker. Von Ing. Fritz Kühne. **Nr. 13**
Mit 57 Bildern. Dieses Buch bietet eine Sammlung der wertvollen Erfahrungen in Werkstatt und Labor, die dem praktisch tätigen Radiotechniker und Amateur bei seiner Arbeit nützlich sind. „Schliche und Kniffe", einst ein geflügeltes Wort einer sehr begehrten Rubrik der FUNKSCHAU, fanden hier ihren Niederschlag im praktischen Taschenbuch-Format.

Geheimnisse der Wellenlängen. Von Gustav Büscher. **Nr. 14**
Mit vielen Bildern. Eine Einführung in die Wellenphysik, flüssig und amüsant geschrieben, leicht verständlich und doch gründlich, die Geheimnisse der Strahlen und Schwingungen erklärend. Ein Buch, das vor allem unsern jungen Freunden Freude machen wird.

Moderne Zweikreis-Empfänger. Von Hans Sutaner. **Nr. 15**
Mit 43 Bildern und Schaltungen. Der Zweikreiser lebt, und wie er lebt, das beweist dieses Buch, das ganz ihm gewidmet ist. Wer sich praktisch in die Radiotechnik „einarbeiten" will, wird am Zweikreiser nicht vorübergehen können, bietet er doch wie kaum eine andere Schaltung die Möglichkeit, Erfahrungen im Empfängerbau zu sammeln. Daß der Zweikreiser daneben ein höchst empfindliches, zuverlässiges und klangschönes Gerät ist, macht ihn für den Selbstbau noch begehrter. Der vorliegende RPB-Band enthält 13 bewährte Zweikreiser-Schaltungen mit ausführlicher Beschreibung.

Widerstandskunde für Radiopraktiker. **Nr. 16**
Von Dipl.-Ingenieur Georg Hoffmeister.
Mit 9 Bildern, 4 Nomogrammen und 6 großen Zahlentafeln. Mit Widerständen hat der Radiopraktiker ständig zu tun. Die Widerstandskunde unterrichtet über Aufbau, Berechnung, Schaltung, kurz über alle Themen, die in der Radiotechnik mit Widerständen zusammenhängen.

Prüfsender für UKW-Empfänger. **Nr. 17**
Von Dipl.-Ing. Rudolf Schiffel und Ing. Fritz Woletz.
Selbstbau und Selbsteichung. **UKW - Meßgeräte Teil 1.** Mit 57 Bildern. Der UKW-Rundfunk stellt auch an die Instandsetzer neue und besondere Anforderungen. Um für die Prüfung und Instandsetzung von UKW - Geräten gerüstet zu sein, werden Spezial - Meßgeräte benötigt, mit deren Entwurf, Bau und Eichung sich der vorliegende Band befaßt.

Radio-Röhren. Von Ingenieur Herbert G. Mende. **Nr. 18/19**
Wie sie wurden, was sie leisten, und anderes, was nicht im Barkhausen steht. 128 Seiten mit 65 Bildern. **Doppelband.** So bequem die Eigenschaften der Radioröhren in Tabellen und Kurven ablesbar sind, so wenig ist ihren Verwendern gewöhnlich über den inneren Aufbau, ihre Technologie und Herstellung bekannt. In dieses hochinteressante Gebiet einzuführen, hat sich der vorliegende Doppelband der RPB zur Aufgabe gemacht. Er ist damit eine lesenswerte Ergänzung zu jedem Röhrenwerk, schafft er doch die „persönlichen Beziehungen" zu den Röhren, ohne die eine erfolgreiche Röhrenverwendung nicht möglich ist.

Methodische Fehlersuche in Rundfunkempfängern. **Nr. 20**
Von Dr. A. Renardy.
Mit 16 Bildern. Das Reparieren von Rundfunkempfängern und vor allem die Fehlersuche gleichen manchmal dem Überlisten eines Tieres, wie es der Jäger tun muß Das ist das Leid, aber auch die Freude des Berufes eines Rundfunkmechanikers. Die Spielregeln dieses Überlistens enthält das vorliegende Buch, d. h., es behandelt die Spannungs-, Strom- und Widerstandsanalyse, die Signalzuführung und Signalverfolgung, die Fehlersuche mit dem Katodenstrahl-Oszillograf und die Hilfsmethoden der Fehlersuche.

*) Ist eine Fachbuchhandlung nicht erreichbar, sende man diese Bestellung unmittelbar an den FRANZIS-VERLAG, München 2, Luisenstraße 17

BÜCHERZETTEL

Bitte abtrennen und im Umschlag als Drucksache einsenden

An die Fachbuchhandlung*)

.....

.....

.....

.....